ELETRICAL AIRCRAFT DRAWINGS

XI

SEMESTER 3

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Didalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didik serta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagai bahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. BukuSiswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret. Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta .

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas. Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus **dilakukan** peserta didik. Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus **dilakukan** peserta didik bersama guru dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1. Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajian buku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih. Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya. Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014

Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

DAFTAR ISI

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR

GLOSARIUM

CAD	:	(Computer Aided Design) suatu program komputer yang digunakan untuk membantu dalam pembuatan desain teknik.
Mesin gambar	:	Sebuah alat yang dilengkapi dengan mekanisme gerak sejajar yang terdiri 4 batang penghubung yang dapat menggantikan alat-alat gambar konvensional.
Standarisasi gambar teknik	:	Suatu peraturan dalam pembuatan gambar teknik untuk menghindari salah tafsir.
Skala	:	Perbandingan ukuran linear pada gambar terhadap ukuran linear dari benda sebenarnya.
Bahasa Teknik	:	yaitu sebuah Bahasa yang maksud dari seorang tekniksi yang berupa gambar.
Gambar	:	Bahasa teknik yang diwujudkan dalam kesepakatan simbol.
Proyeksi	:	Suatu cara untuk menyajikan sebuah benda tiga dimensi pada sebuah bidang dua dimensi

BAB. I
PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Modul “Aircraft Electrical Drawing” merupakan modul praktikum yang berisi standarisasi gambar teknik, jenis-jenis peralatan yang dipergunakan dalam gambar teknik, serta teknik menggambar berbantuan komputer. Dalam modul ini terdapat kegiatan belajar yang masing-masing memberikan kompetensi di bidang Aircraft Electrical Drawing standarisasi gambar teknik, yang berisi berbagai standar yang harus diketahui oleh peserta didik dalam menggambar teknik, peralatan gambar teknik yang berisi berbagai peralatan yang digunakan dalam menggambar teknik. Dalam modul ini juga terdapat bahasan tentang AutoCad merupakan modul praktikum berisi tentang materi macam perintah-perintah yang digunakan dalam penggunaan perangkat lunak (software) AutoCad dua dimensi. Modul ini membahas tentang jenis dan macam perintah-perintah yang digunakan dalam mengoperasikan perangkat lunak AutoCad, dari penggunaan perintah-perintah dasar hingga perintah-perintah tingkat lanjut dalam proses penggambaran gambar dua dimensi. Proses penggambarannya selain menggunakan mouse juga menggunakan keyboar ddalam memasukkan perintah-perintahnya.

B. Prasyarat

Untuk melaksanakan modul Aircraft Electrical Drawing memerlukan kemampuan awal yang harus dimiliki peserta didik, yaitu :

- Peserta didik harus sudah menyelesaikan matapelajaran :
- Basic Skills
- CASR / MDTPU

Pendekatan pembelajaran dengan sistem modul memberikan kesempatan kepada peserta diklat untuk belajar secara mandiri sesuai dengan percepatan pembelajaran masing-masing. Modul sebagai alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan.Untuk itu perlu adanya penyusunan bahan ajar atau modul sesuai dengan analisis kompetensi, agar peserta diklat dapat belajar efektif dan efisien.

C. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Petunjuk bagi Peserta Didik

Agar diperoleh hasil yang diinginkan pada peningkatan kompetensi, maka tata cara belajar bagi peserta didik memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

a) Bacalah dengan seksama lembar informasi pada setiap kegiatan belajar sebelum mengerjakan lembar kerja yang ada dalam modul.
b) Konsultasikan jika ada materi di dalam modul yang kurang jelas atau tidak mengerti kepada guru.
c) Cermatilah langkah langkah kerja pada setiap kegiatan belajar sebelum mengerjakan lembar kerja yang ada dalam modul
d) Mengerjakan soal-soal dengan baik yang ada di dalam lembar latihan pada setiap kegiatan belajar.

2. Petunjuk bagi Guru

a) Membantu peserta didk dalam merencanakan proses belajar.
b) Membimbing peserta didk melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
c) Membantu peserta didk dalam memahami konsep, prinsip kerja, dan menjawab pertanyaan peserta didk mengenai proses belajar peserta didk.
d) Membantu peserta didk untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
e) Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan.
f) Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.

D. Tujuan Akhir

Modul ini bertujuan memberikan bekal pengetahuan dan keterampilan kepada peserta didk untuk mengarah kepada standar kompetensi tentang *aircraft electrical drawing*". Anda dapat dinyatakan telah berhasil menyelesaikan modul ini jika anda telah mengejakan seluruh isi dari buku bahan ajar ini termasuk latihan teori dan praktek dengan benar juga telah mengikuti evaluasi berupa test dengan skor minimum adalah 70. Setelah selesai mempelajari materi ini peserta didik diharapkan dapat memahami fungsi, konstruksi, prinsip kerja "*aircraft electrical drawing*"

E. Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI (KELAS XI)	KOMPETENSI DASAR
KI-1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Menyadari sempurnanya konsep Tuhan tentang benda-benda dengan fenomenanya untuk dipergunakan sebagai aturan dalam membuat dan membaca*electrical aircraft drawing*
	1.2 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama sebagai tuntunan dalam membuat dan membaca*electrical aircraft drawing*
KI-2 Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktifdan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.1 Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggungjawab dalam membuat dan membaca*electrical aircraft drawing*
	2.2 Menghargaikerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah perbedaan konsep berpikir dalam membuat dan membaca*electrical aircraft drawing*
	2.3 Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam membuat dan membaca*electrical aircraft drawing*
KI-3 Memahami, menerapkan, danmenganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidangkerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	**3.1 Memahami simbol- simbol gambar listrik/ elektronika pesawat udara sesuai standar**
	3.2 Menjelaskannormalisasi gambar listrik dan elektronika pesawat udara sesuai peraturan
	3.3 Menjelaskan piranti pendukung CAD
	3.4 Mendiskusikan tentang komponen *hard ware dan soft ware program CAD*
	3.5 Mengurutkan perintah-perintah dalam program CAD
	3.6 Mengurutkan langkah-langkah mencetak gambar
KI-4 Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.1 **Menggambar simbol- simbol gambar listrik/ elektronika pesawat udara**
	4.2 Menggambar rangkaian listrik/ elektronika pesawat udara sesuai peraturan
	4.3 Menyiapkan piranti pendukung CAD
	4.4 Menyiapkan komponen hard ware dan soft ware untuk program CAD
	4.5 Membuat gambar dengan CAD
	4.6 Mencetak gambar CAD

- **Catatan : Kd dalam cetak tebal yang di sampaikan pada semester 3**

F. Cek Kemampuan Awal.

Daftar Pertanyaan	Tingkat Penguasaan (score : 0 – 100)
1. Sebutakan alat gambar yang kalian ketahui !	
2. Sebutkan ukuran kertas yang kalian ketahui !	
3. Jenis Pena apakah yang digunakan untuk menggambar teknik ?	
4. Mengapa huruf dan angka pada gambar teknik perlu standar. ?	
5. Ada berapa macam bentuk skala yang ada, beserta contoh penerapannya.?	
6. Mengapa dalam menggambar teknik diperlukan berbagai macam jenis pensil yang ada ?	
7. Untuk keperluan yang sama, apa keuntungan penggunaan mesin gambar dibanding dengan alat yang lain ?	
8. Mengapa pembuatan gambar lingkaran untuk teknik elektro dan elektronika lebih efektif menggunakan sablon / mal lingkaran dari pada jangka	
9. Mengapa setiap siswa keteknikan wajib menguasai gambar teknik dengan standarisasinya ?	
10. Jika menggambar teknik menggunakan komputer, maka software engginering apa yang di pakai !	

BAB II
PEMBELAJARAN

KEGIATAN BELAJAR 1

Kegiatan Belajar 1 : Standarisasi Gambar Teknik

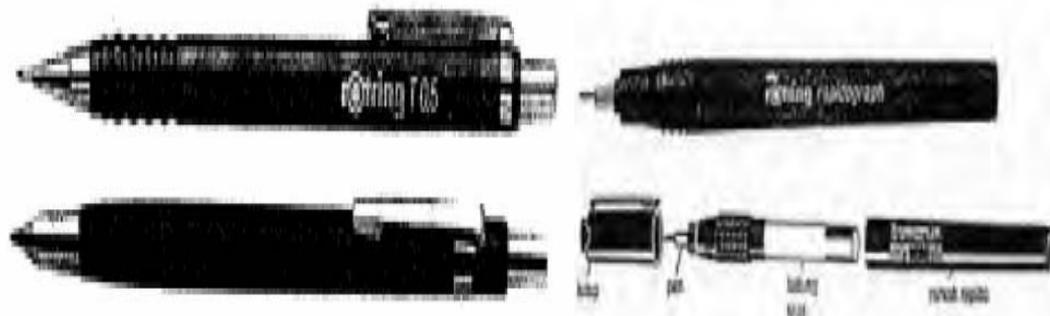
a. Tujuan Pembelajaran 1

1) Peserta didik dapat membuat huruf dan angka sesuai standar.
2) Peserta didik dapat membuat gambar sesuai dengan standar.

b. Uraian materi 1

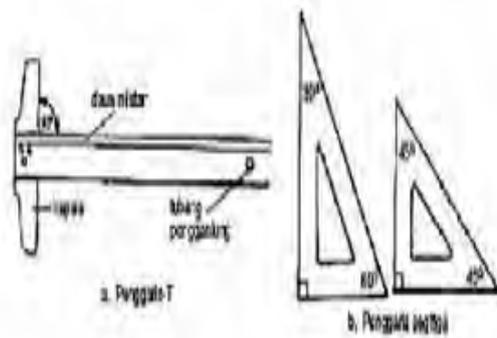
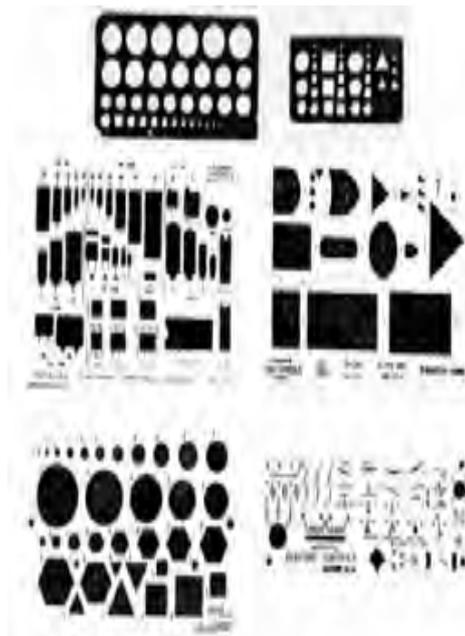
Gambar teknik adalah suatu petunjuk yang berfungsi penting dalam kegiatan penyelesaian keteknikan. Untuk melengkapi keterangan-keterangan pada gambar teknik supaya tidak terjadi salah tafsir maka perlu adanya keterangan berupa huruf, angka serta lambang-lambang teknik.

Standarisasi Huruf dan Angka

Ciri-ciri yang perlu pada huruf dan angka pada gambar teknik antara lain : Jelas, seragam, dapat dibuat microfilmnya/reproduksi berulang, huruf dan angka gambar teknik harus mampu menunjukan maksud dan tujuan gambar teknik yang bersangkutan sejelas-jelasnya dan mudah dibaca. Gambar 1 berikut memberikan contoh ukuran bentuk huruf dan angka yang sudah dinormalisir.

Gambar 10. Pensil Mekanik dengan Isian

Gambar 11. Pena Teknik

Standarisasi Garis Gambar

Lebar garis ialah 10 % tinggi tulisan. Bila anda menggambar dengan tinta cina atau komputer, lebar garis ini dapat diberikan sebelumnya, misalnya : tinggi tulisan 5 m, lebar garis 0,5 mm. Pada penggambaran dengan pensil, lebar garis diperkirakan dari penglihatan, sedangkan lebar atau tebal garis dengan tinta atau CAD ditampilkan pada Tabel 1. berikut.

Gambar 13. Macam-Macam Penggaris

Gambar 14. Macam-macam mal (sablon)

Dalam gambar teknik dipergunakan beberapa jenis garis, yang masing-masing mempunyai arti dan penggunaannya sendiri. Oleh karena itu penggunaannya harus sesuai dengan maksud dan tujuannya. Jenis-jenis garis yang dipergunakan dalam gambar elektro, ditentukan oleh gabungan bentuk dan tebal garis. Tiap jenis dipergunakan menurut peraturan tertentu. Ada lima jenis garis gambar, yaitu :

Garis Gambar: Untuk membuat batas dari bentuk suatu benda dalam gambar.

Garis Bayangan: Berupa garis putus-putus dengan ketebalan garis 1/2 tebal garis biasa. Garis ini digunakan untuk membuat batas sesuatu benda yang tidak tampak langsung oleh mata.

Garis Hati: Berupa garis “ strip, titik, strip, titik “ dengan ketebalan garis 1 / 2 garis biasa. Garis ini misalnya digunakan untuk menunjukkan sumbu suatu benda yang digambar.

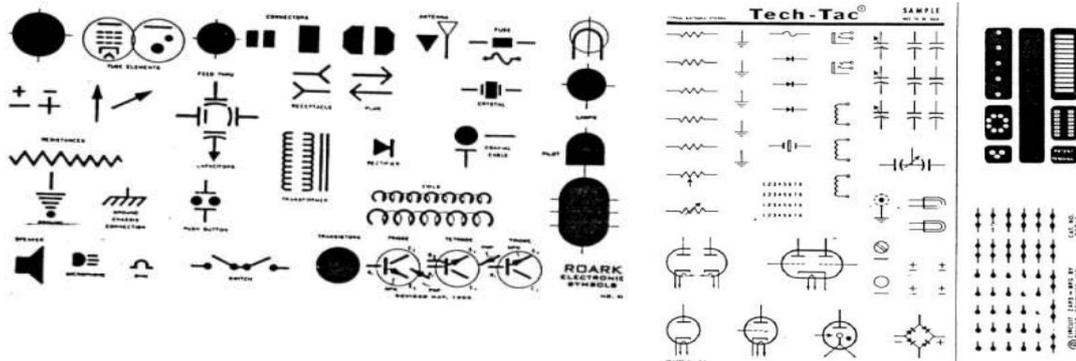
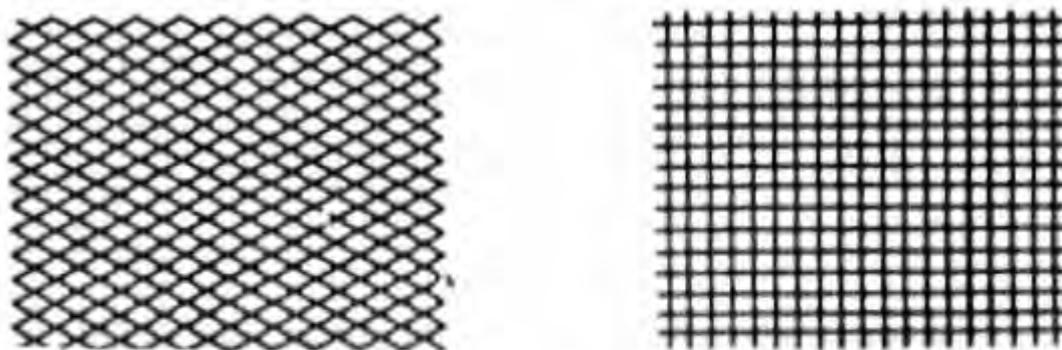
Garis Ukuran: Berupa garis tipis dengan ketebalan 1/2 dari tebal garis biasa. Garis ini digunakan untuk menunjukkan ukuran suatu benda atau ruang. Garis ukuran terdiri dari garis petunjuk batas ukuran dan garis petunjuk ukuran.

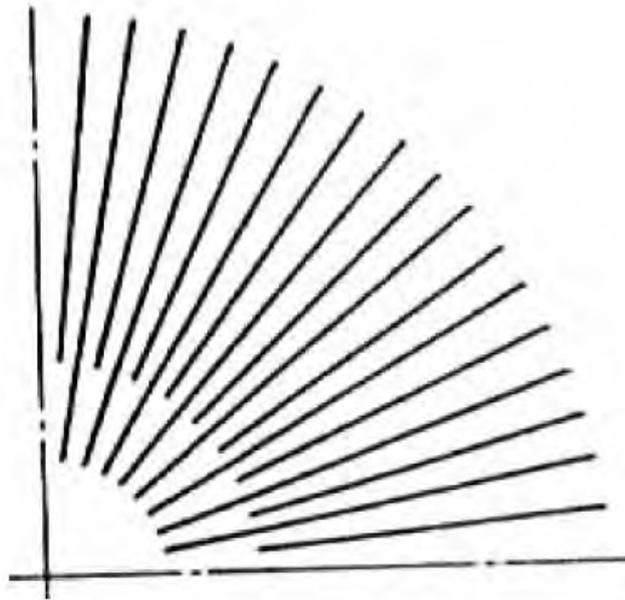
Garis petunjuk batas ukuran dibuat terpisah dari garis batas benda, dengan demikian maka tidak mengacaukan pembaca gambar. Sedang garis petunjuk ukuran dibuat dengan ujung pangkalnya diberi anak tanda panah tepat pada garis petunjuk batas ukuran.

Garis Potong: Garis ini berupa garis “strip,titik,titik,strip” dengan ketebalan 1/2 tebal garis biasa. Semua gambar tekni yang dikehendaki dengan pemotongan, batas potongan harus digaris dengan garis potong ini.

Mesin Gambar lengan

Mesin Gambar rol

Jenis garis menurut tebalnya ada tiga macam, yaitu : garis tebal, garis sedang dan garis tipis. Ketiga jenis tebal garis ini menurut standar ISO memiliki perbandingan ! : 0,7 ; 0,5. Tebal garis dipilih sesuai besar kecilnya gambar, dan dipilih dari deretan tebal berikut : 0, 18; 0, 25; 0, 35; 0, 5; 0, 7; 1; 1 4; dan 2 mm. Karena kesukaran-kesukaran yang ada pada cara reproduksi tertentu, tebal 0, 18 sebaiknya jangan dipakai. Pada umumnya tebal garis adalah 0, 5 atau 0, 7. Jarak minimum antara garis-garis (jarak antara garis tengah garis) sejajar termasuk arsir, tidak boleh kurang dari tiga kali tebal garis yang paling tebal dari gambar. (Gambar 3). Dianjurkan agar ruang antara garis tidak kurang dari 0, 7 mm.

Pada garis sejajar yang berpotongan (Gambar 4) jaraknya dianjurkan paling sedikit empat kali tebal garis.

Gambar 4. Garis Sejajar yang Saling Berpotongan.

Bila beberapa garis berpusat pada sebuah titik, garis-garisnya tidak digambar berpotongan pada titik pusatnya, tetapi berhenti pada titik dimana jarak antara garis kurang lebih sama dengan tiga kali tebal garisnya. (Gambar 5).

Gambar 5. Garis yang Memotong pada Sebuah Titik

Garis gores dan garis bertitik yang berpotongan, atau bertemu, harus diperlihatkan dengan jelas titik pertemuannya atau titik perpotongannya, seperti pada Gambar 6 dibawah ini.

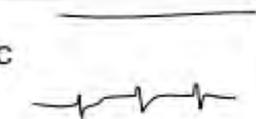
Gambar 6. Garis gores dan garis bertitik

Panjang ukuran garis gores dan jarak antaranya pada satu gambar harus sama. Panjang ruang antara harus cukup pendek dan jangan terlalu panjang.

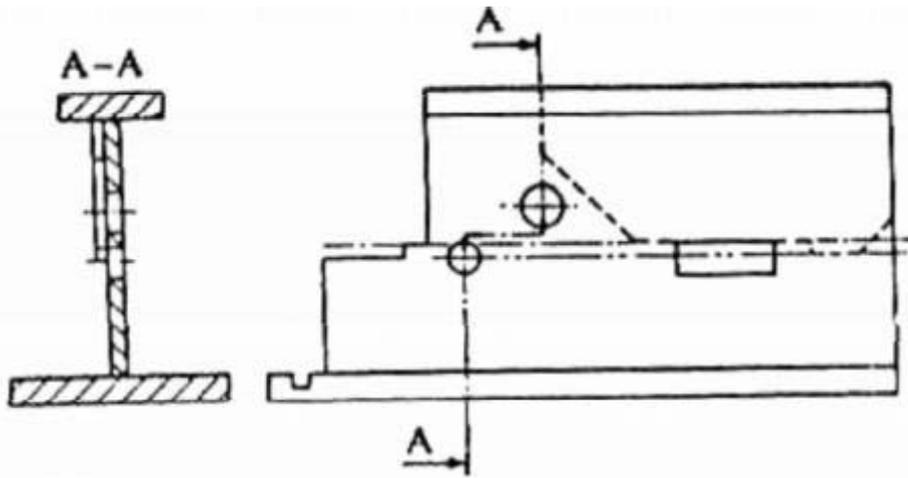
Penggunaan Garis

Penggunaan gari-garis ini disamping yang telah diuraikan diatas, Tabel berikut memperlihatkan contoh-contoh penggunaan garis menurut standar ISO.

Tabel 2. Macam Garis dan Penggunaannya Menurut ISO

Jenis garis	Keterangan	Penggunaan
A	Garis tebal	Garis gambar dan tepi
B	Garis tipis	1. Garis khayal yang terjadi dari perpotongan yang dibulatkan. 2. Garis ukur, garis bantu dan garis petunjuk. 3. Garis arsir. 4. Garis batas yang diputar ditempat. 5. Garis dasar ulir. 6. Garis batas gambar yang berdampingan. 7. Garis batas mula, sebelum dibentuk.
C	Garis bebas	1. Garis potong, yang meng-hilangkan sebagian benda 2. Garis batas antara bagian benda yang dipotong, dan sebagian benda dalam bayangan.
D	Garis gores	Garis benda yang tidak kelihatan
E	Garis bertitik	1. Garis sumbu. 2. Lingkaran jarak. 3. Garis simetri. 4. Gambar benda yang tidak pada tempatnya. 5. Bagian benda yang terletak di depan bidang potong. 6. Kedudukan bagian benda yang dapat bergerak yang daat dicapai.
F	Garis bertitik yang dipertebal pada ujung-ujungnya dan pada perubahan arah.	Bidang potong.
G	Garis bertitik tebal.	Menunjukkan bagian permukaan yang dapat perlakuan khusus.

Garis-garis yang berhimpit

Bila dua garis atau lebih yang berbeda-beda jenisnya berhimpit, maka penggambarannya harus dilaksanakan sesuai dengan prioritas berikut (Gambar 7.) :

1. Garis gambar (garis tebal kontinyu, jenis A)
2. Garis tidak tampak (garis gores sedang, jenis D)
3. Garis potong (garis bertitik, yang dipertebal ujung-ujungnya dan tempat-tempat perubahan arah, jenis F)
4. Garis-garis sumbu (garis bertitik, jenis E)
5. Garis bantu, garis ukur dan garis arsir (garis tipis kontinyu, jenis B)

Gambar 7. Garis – Garis Yang Berhimpit

Skala Gambar

Setiap jenis gambar mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Ada yang kecil dan ada yang besar. Oleh karena itu sering kali tidak memungkinkan menggambar suatu gambar dalam kertas gambar ukuran tertentu, dalam ukuran sebenarnya. Untuk ini ukuran gambar harus diperkecil jika bendanya besar, dan harus diperbesar jika bendanya terlalu kecil. Pengecilan atau pembesaran gambar dilakukan dengan skala tertentu. Skala adalah perbandingan ukuran linear pada gambar terhadap ukuran linear dari benda sebenarnya. Ada tiga macam skala gambar, yaitu :

1. Skala pembesaran

Skala pembesaran digunakan jika gambarnya dibuat lebih besar dari pada benda sebenarnya. Umpamanya jika bendanya kecil dan rumit seperti misalnya rangkaian control pada lampu jalan, maka harus menggunakan skala pembesaran untuk menggambarkan rangkaian ini. Penunjukan untuk skala pembesaran adalah : x : 1, sedangkan ukuran lengkap yang dianjurkan adalah :

50 : 1 ; 20 : 1 ; 10 : 1

5 : 1 ; 2 : 1

2. Skala penuh

Skala penuh dipergunakan bilamana gambarnya dibuat sama besar dengan benda sebenarnya. Skala ini dianjurkan untuk sedapat mungkin dipergunakan, agar supaya dapat membayangkan benda yang sebenarnya, atau untuk memudahkan pemeriksaan. Penunjukkan skala penuh adalah 1 : 1.

3. Skala pengecilan

Skala pengecilan dipergunakan bilamana gambarnya dibuat lebih kecil daripada gambar yang sebenarnya, sedangkan penunjukkannya adalah 1 : x.

Berikut ini daftar penunjukkan skala pengecilan yang dianjurkan :

1 : 2 ; 1: 5 ; 1 : 10

1 : 20 ; 1: 50 ; 1 : 100

1 : 200 ; 1: 500 ; 1 : 1000

1 : 2000 ; 1: 5000 ; 1 : 10000

Bila dibuat pada skala besar, pada saat gambar diperkecil dianjurkan untuk mengacu ke format DIN (Deut Industrie Norma/ norma industri Jerman) sehingga detail-detail akan tampak jelas.

Tingkat pengecilan

Pada penggunaan format DIN, tingkat pengecilan ke format DIN berikutnya dengan foto kopi ialah 70,7%, misalnya dari DIN A3 menjadi DIN A4.

Tingkat pembesaran

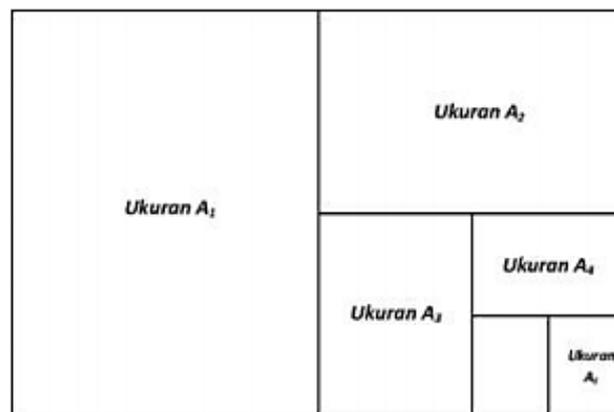
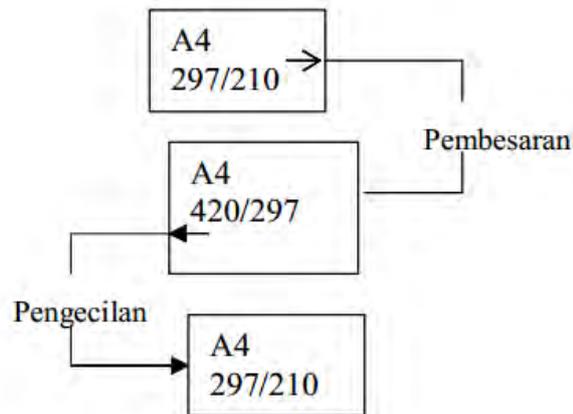
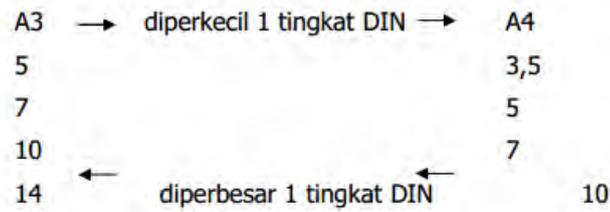
Untuk pembesaran dari format DIN ke format DIN yang berikutnya yang lebih besar, digunakan tingkat pembesaran 141,4%, misalnya dari DIN A4 menjadi DIN A3. Pengecilan maupun pembesaran ini diatur secara otomatis pada mesin fotokopi.

Lebar garis

Lebar garis dapat dipilih, sehingga pada pengecilan atau pembesaran, lebar garis normal yang diinginkan dapat muncul. Lebar dalam mm.

A3	→ diperkecil 1 tingkat DIN →	A4
0,35		0,25
0,50		0,35
0,70		0,50
1,00		0,70
1,40	← diperbesar 1 tingkat DIN ←	1,00

Tinggi Tulisan

Tinggi tulisan juga dapat ditulis sedemikan rupa, sehingga bila dikecilkan atau dibesarkan dapat disesuaikan dengan yang kita inginkan. Tinggi dalam mm.

Gambar 8. Pengecilan Dan Pembesaran Skala

Rangkuman 1

Gambar teknik adalah Untuk melengkapi keterangan-keterangan pada gambar teknik supaya tidak terjadi salah tafsir maka perlu adanya keterangan berupa huruf, angka serta lambang-lambang teknik dalam susunan yang meyakinkan.

Penggunaan gari-garis hendaknya sesuai dengan standar ISO

Skala terbagi menjadi skala pembesaran, skala penuh dan skala pegecilan.

d. Tugas 1

Buatlah gambar ukuran kertas A4, A2, A1, A0 dengan skala pengecilan 1 : 10 pada kertas A3 dan berikan keterangan gambarnya.

e. Tes Formatif 1

1) Mengapa huruf dan angka pada gambar teknik perlu standar ?

2) Ada berapa macam bentuk skala yang ada, beserta contoh penerapannya ?

f. Kunci jawaban formatif 1

1) Huruf dan angka pada gambar teknik perlu standar karena mempunyai tujuan menjelaskan maksud pelaksanaan dalam kegiatan teknik, atau menuntun suatu kegiatan keteknikan pada umumnya. Karena itu mengandung suatu petunjuk yang berfungsi penting dalam kegiatan penyelesaian keteknikan

2) Ada 3 macam bentuk skala yang ada yaitu :

a) Skala pembesaran, contohnya menggambarkan bentuk sturktur atom yang pembersannya sampai 1.000.000 : 1

b) Skala penuh, contohnya menggambar bentuk speaker dengan ukuran 1 : 1

c) Skala pengecilan, contohnya menggambar jaringan instalasi listrik dalam rumah beserta bentuk ruangannya dengan skala 1 : 100

g. Lembar Kerja 1

Alat dan bahan :

1) Pensil …………………………………… 1 buah
2) Penggaris………………………………….. 1 set
3) Jangka…………………………………….. 1 set
4) Penghapus…………………………………1 buah
5) Sablon elips (lengkung), huruf dan angka 1 set
6) Kertas gambar ukuran A4…………………1 lembar

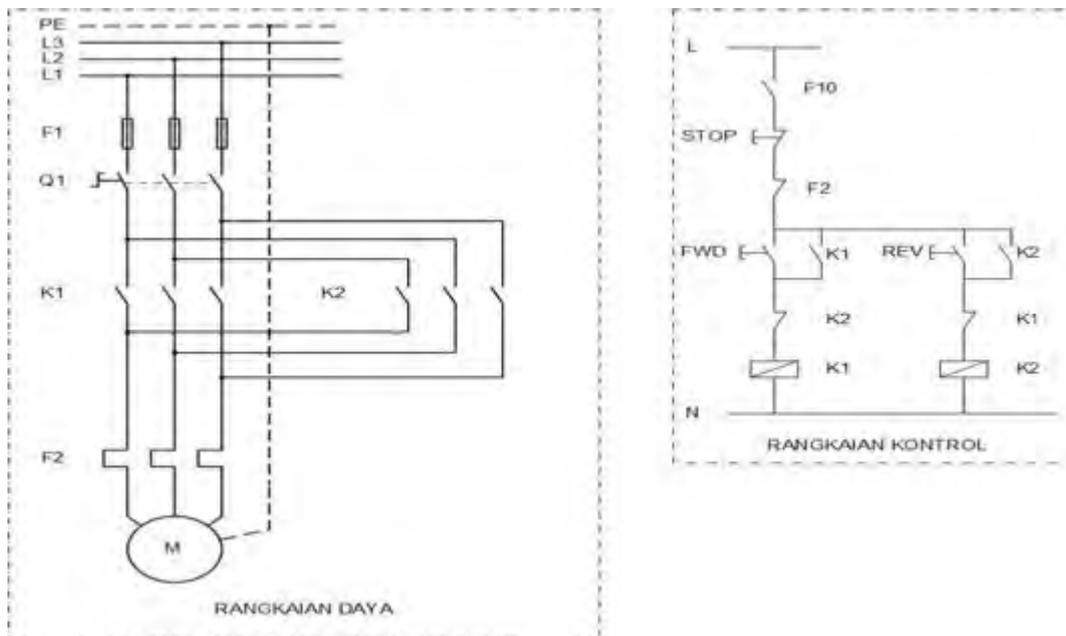
Kesehatan dan Keselamatan Kerja:

1) Berdo'alah sebelum memulai kegiatan belajar!
2) Bacalah dan pahami petunjuk praktikum pada setiap lembar kegiatan belajar!
3) Gunakanlah peralatan gambar dengan hati-hati!

Langkah Kerja :

1) Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan!
2) Rekatkanlah kertas gambar dengan isolasi sudut kertas gambar!
3) Buatlah garis tepi!
4) Buatlah sudut keterangan gambar (stucklyst)!
5) Buatlah gambar chasis alarm tanda bahaya yang dilihat dari atas (tampak atas), seperti gambar berikut dengan ketentuan:
6) Skala gambar disesuaikan ukuran kertas A3
7) Digambar dengan pensil
8) Rencanakan tata letak (lay out) pembuatan gambar
9) Tentukanlah skala pembesaran yang dipilih, sesuaikan dengan ukuran kertas
10) Kumpulkanlah hasil latihan jika sudah selesai
11) Setelah selesai bersihkan alat gambar dan kembalikan ke tempatnya

LEMBAR LATIHAN

Gambarlah rangkaian berikut ini !

Gambar Sederhana Dari Sebuah Rangkaian Kontrol Motor Forward - Reverse

KEGIATAN BELAJAR 2

Kegiatan Belajar 2 : Peralatan Gambar dan pengenalan symbol – symbol gambar teknik

a. Tujuan kegiatan pembelajaran 2 :

1) Peserta didik dapat mengetahui berbagai macam bentuk peralatan gambar yang digukanan dalam gambar teknik.untuk menggambar macam macam symbol listrik pesawat udara
2) Peserta didik mengetahui berbagai macam macam symbol elektronika pesawat udara dan mengetahui berbagai fungsi dari peralatan menggambar teknik dengan benar.

b. Uraian materi 2

Kertas

Kertas gambar yang dipergunakan mempunyai ukuran-ukuran yang telah dinormalisir. Ukuran yang paling banyak dipergunakan adalah dari seri A. Seri A ini mempunyai ukuran standar yang dinyatakan dengan membubuhkan 0 (nol) di belakang huruf A, dan ukuran-ukuran yang lebih kecil dengan membubuhkan angka 1 sampai dengan 4. Ukuran standar, yaitu A0, mempunyai luas 1 m^2 , dengan perbandingan panjang terhadap lebar sebagai $\sqrt{2} : 1$. Ukuran-ukuran berikutnya diperoleh dengan membagi dua ukuran yang mendahuluinya. Misalnya ukuran A3 mempunyai setengah ukuran A2, dan sebagainya. Untuk jelasnya ukuran kertas gambar dari seri A ini dapat dilihat pada Tabel 3. Pada umunya kertas gambar diletakkan dengan sisi yang panjang mendatar, kecuali untuk kertas ukuran A4, yang sisi panjangnya diletakkan vertikal. Pada Tabel 3 diberikan juga ukuran garis tepi dari masing-masing ukuran kertas.

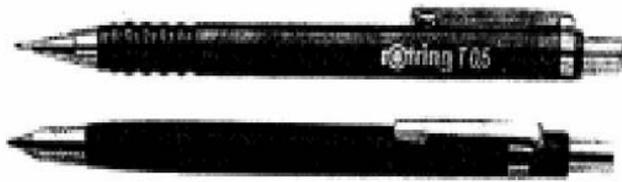
a x b		841 x 1189	594 x841	420 x 594	297 x 420	210 x 297
c min		20	20	10	10	10
d min	Tanpa tepi jepit	20	20	10	10	10
	Dengan tepi jepit	25	25	25	25	25

Tabel 3. Lambang dan ukuran kertas gambar.

Pensil dan pena (Rapido)

Untuk menggambar dengan pensil, digunakan pensil mekanik dengan isian. Ada beberapa tingkat kekerasan. Penggunaannya didasarkan atas permukaan dan jenis kertas gambar. Jenis isian pensil gambar terdapat dari 9H (sangat keras) sampai 8B (sangat lunak). Untuk menggambar sebaiknya digunakan tingkat kekerasan berikut:

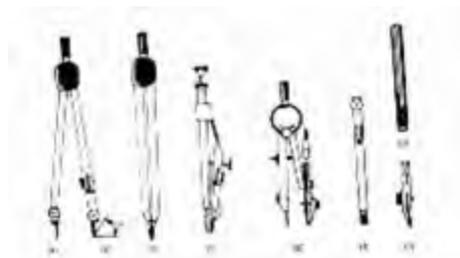
- Garis bantu fi2H
- Garis fiF
- Tulisan, garis penuh tebal fiHB

Isian halus pada pensil mekanik dengan ketebalan 0,3 mm dan 0,5 mm sangat cocok untuk penggambaran diatas kertas atau kertas kalkir. Dengan isian ini, kita tidak perlu meraut atau meruncingkan pensil. Ketebalan garis yang sama juga peserta didik dicapai (gambar 10). Pena gambar: untuk gambar kerja dapat digunakan ketebalan : 0,25 putih, 0,35 kuning, 0,50 coklat dan 0,70 biru (pada gambar 11).

Gambar 10. Pensil Mekanik dengan Isian

Gambar 11. Pena Teknik

Pena gambar terutama digunakan untuk menggambar di atas kertas transparan. Tinta yang dipakai harus bebas radiasi ultra violet agar tidak menimbulkan hambatan.

Jangka

Ada tiga macam jangka yang digunakan untuk menggambar, tergantung besar kecilnya lingkaran yang akan digambar. Jangka besar untuk menggambar lingkaran dengan diameter 100 – 200 mm, jangka menengah untuk lingkaran dari 20 – 100 mm, dan jangka kecil untuk lingkaran 5 – 30 mm. Disamping itu terdapat sebuah jangka untuk membuat lingkaran dengan jari-jari kecil, seperti misalnya untuk pembulatan. Ada dua maca jangka yaitu jangka orleon dan jangka pegas. Dengan alat penyambung dapat dihasilkan lingkaran dengan jari-jari 250 mm.

Gambar 12. Macam-Macam Jangka

Macam-macam penggaris

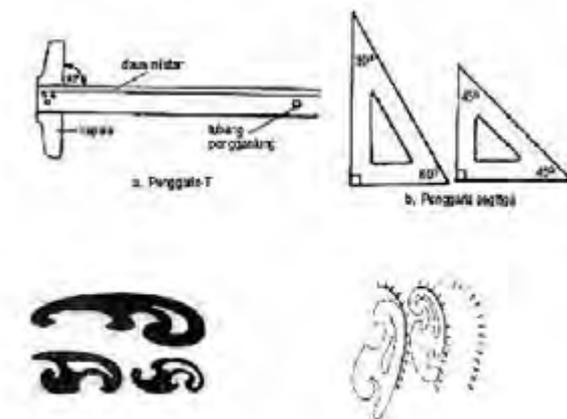
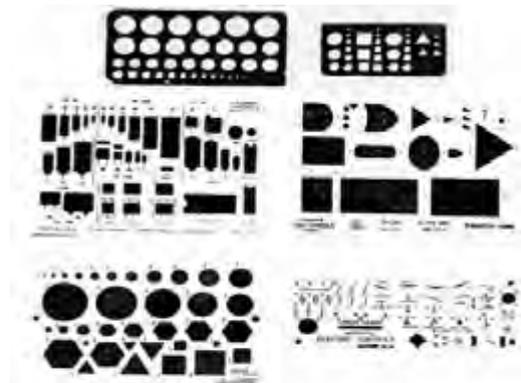
1. Penggaris –T

Sebuah penggaris – T terdiri dari sebuah kepala dan sebuah daun. Garis-garis horizontal ditarik dengan penggaris –T ini, dengan menekankan kepalanya pada tepi kiri dari meja gambar, dan menggesernya keatas atau ke bawah. Supaya hasil dari garis-garis dapat sejajar benar, kepala dari penggaris ini harus betul-betul diikat pada daunnya.

2. Penggaris Segi-Tiga

Sepasang segitiga terdiri dari segitiga siku sama kaki dan sebuah segitiga siku 60^0. Ukuran segitiga ini ditentukan oleh panjang 1, dan berkisar antara 100 sampai 300 mm.

3. Sablon (mal)

Sablon atau yang digunakan untuk teknik elektro antara lain: mal lengkungan, mal bentuk, mal huruf dan mal untuk simbol-simbol elektro dan elektronika. Gambar 14 menunjukkan mal-mal tersebut.

Gambar 13. Macam-Macam Penggaris

Gambar 14. Macam-macam mal (sablon)

Papan Gambar dan Meja Gambar

Papan gambar harus mempunyai permukaan yang rata dan tepi yang lurus, dimana kepala dari penggaris –T digeser. Papan gambar dibuat dari pohon cemara, kayu pohon linde, kayu lapis (plywood) atau hardboard. Ukurannya disesuaikan dengan ukuran kertas, misalnya untuk ukuran kertas A 0 mempunyai ukuran 1.200 mm x 900 mm, kertas ukuran A 1 mempunyai ukuran 600 mm x 450 mm. Belakangan ini terdapat papan gambar yang telah dilapisi dengan alas kertas gambar. Papan gambar ini dapat diletakkan diatas standar yang dibuat khusus untuk tujuan ini. Standar ini dapat diubah-ubah kedudukannya. Pada Gambar 18 tampak sebuah standar papan gambar yang sederhana, yang hanya dapat merubah kemiringannya, sedangkan Gambar 18 menunjukkan sebuah standar papan gambar yang dapat diatur ketinggiannya maupun kemiringannya. Papan gambar khusus yang dipasang diatas sebuah standar disebut juga meja gambar. Papan gambar sederhana dapat diletakkan diatas meja biasa.

Pada Gambar 18 Tampak Sebuah Standar Papan Gambar

Mesin Gambar

Mesin gambar adalah mesin manual yang digunakan untuk memudahkan menggambar, mesin gambar dapt mengantikan beberapa fungsi dari peralatan gambar seperti busur derajat, penggaris segitiga dan mistar T, dalam jenisnya mesin gambar tebagi dua yaitu mesin gambar rol dan mesin gambar lengan seperti gambar berikut ini .

Mesin Gambar lengan

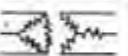
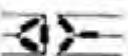
Mesin Gambar rol

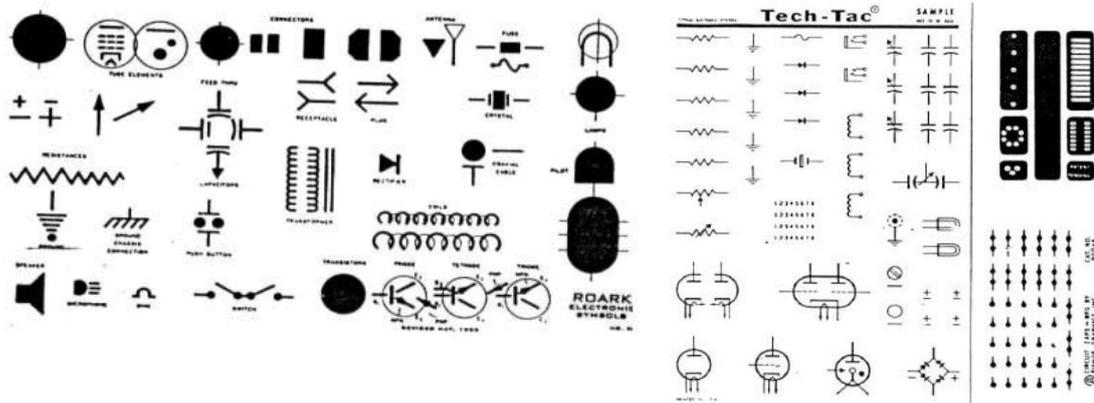
Simbol teknik listrik Pesawat Udara

Simbol teknik listrik Pesawat Udara bertujuan untuk menyingkat keterangan-keterangan dengan menggunakan gambar. Simbol listrik sangat penting untuk dipelajari dipahami karena hampir semua rangkaian listrik menggunakan simbol-simbol. Gambar simbol untuk teknik telah diatur oleh lembaga normalisasi atau standarisasi. Beberapa lembaga yang menormalisasi simbol- simbol listrik antara lain :

- ANSI : American National Standard Institute
- JIC : Joint International Electrical Association
- NMEA : National Manufacturer Electrical Assotiation
- DIN : Deutche Industrial Norm
- VDE : Verband Deutcher Elektrotechniker
- NEC : National Electrical Code
- IEC : International Electrical Commission.

Meskipun banyak lembaga yang mengeluarkan simbol listrik, namun dalam normalisasinya telah diatur sedemikian rupa sehingga suatu symbol tidak mungkin mempunyai dua maksud atau dua arti, begitu sebaliknya dua gambar simbol mempunyai satu maksud (interpretasi).Diantara negara yang sudah maju industri kelistrikann ya menentukan normalisasi sendiri, bahkan diikuti oleh dunia teknik pada umumnya. Contoh negara yang mempunyai normalisasi sendiri adalah Amerika dan Jerman. Simbol listrik dari kedua negara tersebut agak berlainan bentuk maupun interpretasinya, namun semu a itu dapat dipahami karena sama -sama bertujuan untuk memudahkan dan membuat lancar kegiatan teknik yang dihadapi. Gambar 1 memperlihatkan sebagian perbedaan simbol listrik dari Amerika dan Jerman.

SIMBOL		KETERANGAN
AMERIKA	JERMAN	
		Kondensator elektrolit
		Tahanan dapat dirubah
		Kumparan berinti besi
		Transformator berinti besi
		Tranformator berinti udara
		Transformator tiga fasa segi tiga bintang
		Motor listrik kompon

Gambar 1 perbedaan simbol Amerika dan Jerman

Indonesia berdasarkan pertemuan yang diprakarsai oleh LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) antara ilmuwan dan kalangan industri telah berhasil membuat standar simbol yang berhubungan dengan teknik listrik arus kuat. Hasil tentang simbol listrik ini telah di tuangkan dalam buku PUIL 1977. (Peraturan Umum Instalasi Listrik) dan diperbaharui lagi dalam PUIL 1987 dan PUIL 2000.

Contoh – Contoh Sablon Symbol Listrik Dan Elektronika

Simbol teknik Elektronika Pesawat Udara

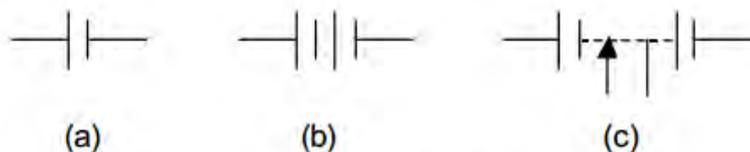
Sama seperti simbol listrik, simbol elektronika juga dinormalisasi olehlembaga internasional seperti oleh :

ANSI = Amirican National Standard Institute.

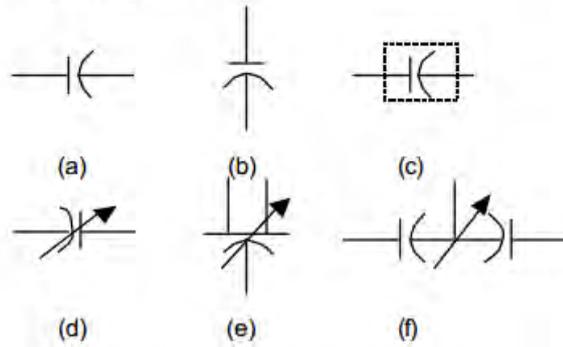
IEEE = The Institute of Electrical and Electronics Engineers.

IEC = International Electrotechnical Commission.

1) Simbol Baterei

Simbol baterei diperlihatkan pada gambar 3. Dua garis vertical merupakan tanda polaritas, yang lebih panjang merupakan polaritas positif da yang pendek tanda polaritas negatif. Baterei yang terdiri dari beberapa sel (multi sel) ditunjukkan pad gambar 3.b dan gambar 3.c menunjukkan baterei multi sel dua kedudukan, yaitu fix dan dapat diatur.

Gambar 3.

Simbol baterei: (a) Tunggal; (b) Multi sel; (c) Multi sel dua kedudukan

2) Kapasitor, ditunjukkan pada gambar 4.

Gambar 4. Simbol kapasitor.

(a) Simbol umum.

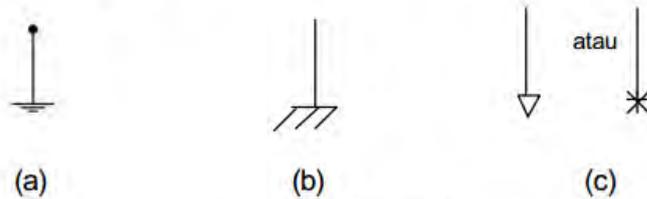
(b) Kapasitor berpolaritas.

(c) Kapasitor dengan pelindung.

(d) Kapasitor variabel (dapat diatur).

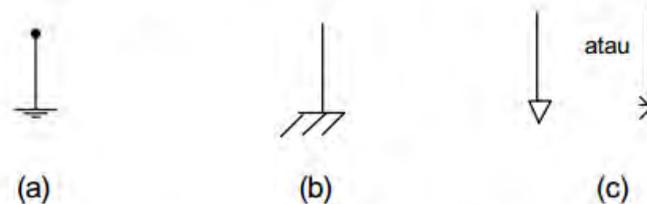
(e) Kapasitor pengatur diferensial.

(f) Split stator.

3) Chassis dan ground

Gambar 5.

(a) Simbol Chassis (b) Hubungan Tanah (Ground).

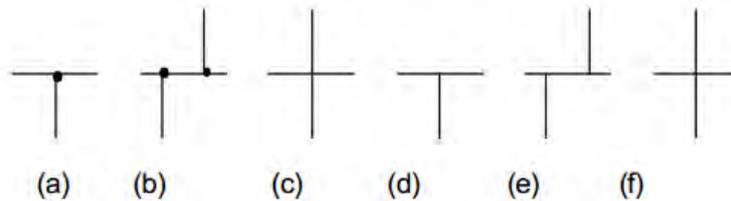
(c) Hubungan Bersama (Common Connection).

3) Chassis dan ground

Gambar 5.

(a) Simbol Chassis (b) Hubungan Tanah (Ground).

(c) Hubungan Bersama (Common Connection).

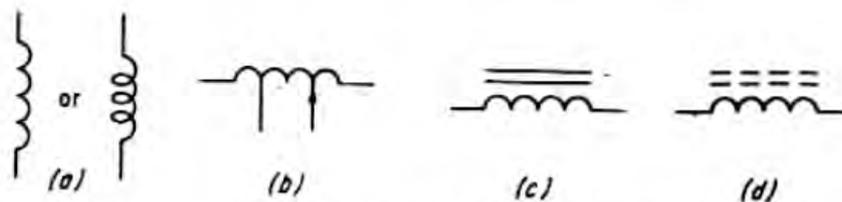
4) Koneksi dan hubungan percabangan

Ada dua cabang penggambaran titik dan tanpa titik cabang. Sistem tanpa titik cabang sebetulnya merupakan simbol yang standar, tetapi kebanyakan rangkaian elektronika justru menggunakan sistem bertitik.

Gambar 6. Simbol Percabangan

(a) dan (b) Sistem Percabangan Bertitik.
(d) sampai (f) Sistem Percabangn Tidak Bertitik.

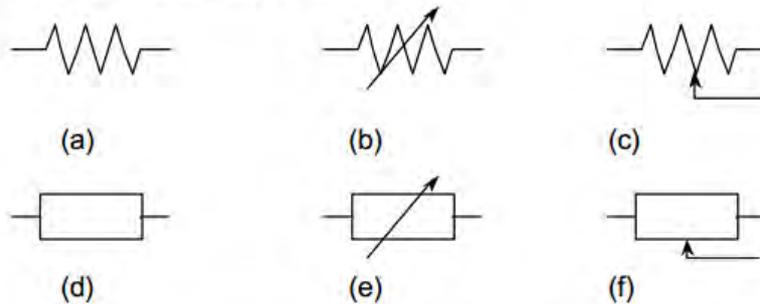
5) Induktor

Induktor atau kumparan induksi didalam rangkaian elektronika sering digunakan untuklilitan transformator, kumparan radio frekuensi atau kumparan penghambat.

Simbol standar untuk kumparan diperlihatkan pada Gambar 7.

Gambar 7. Simbol-simbol Induktor
(a) Simbol Umum.
(b) Konduktor Tetap dan Variabel.
(c) Kondukktor dengan Inti Baja.
(d) Kondukktor dengan Inti Keramik.

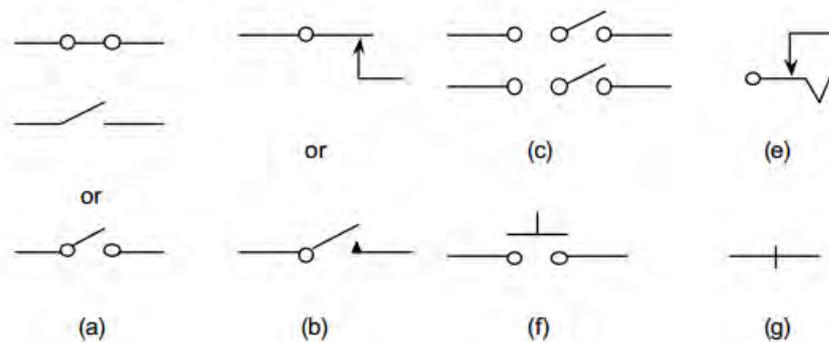
6) Resistor

Simbol resistor standar ditunjukkan pad Gambar 9.a. Sudut kemiringan zig-zag adalah 60^0, dan setiap simbol resistor hanya dibuat tiga titik zig-zag, kecuali untuk simbol resistor tu.

Nilai resistansi dapat tetap, berubah atau bertingkat simbolnya dapat dilihat pada Gambar 9.d dan c.

Gambar 9. Simbol-simbol Resistor

7)

8) Saklar

Fungsi utama sebuah saklar adalah membuka atau menutup rangkaian. Istilah 'Break' dan 'Make' merupakan kata lain dari membuka dan menutup. Gambar 10. menunjukkan simbol saklar dan Gambar 11. menunjukkan saklar putar.

Gambar 10. Simbol – Simbol Saklar

Rangkuman 2

Kertas gambar yang dipergunakan mempunyai ukuran-ukuran yang telah dinormalisir. Ukuran yang paling banyak dipergunakan adalah dari seri A (A0, A1, A2, A3, A4 dan A5).

Untuk menggambar dengan pensil, digunakan pensil mekanik dengan isian. Ada beberapa tingkat kekerasan. Penggunaannya didasarkan atas permukaan dan jenis kertas gambar. Jenis isian pensil gambar terdapat dari 9H (sangat keras) sampai 8B (sangat lunak).

Dalam menggunakan jangka tergantung besar kecilnya lingkaran yang akan digambar Mesin gambar dalam menggunakannya dapat menghasilkan gambar yang presisi dan dapat menggantikan berbagai peralatan gambar yang ada.

Simbol teknik listrik dan elektronika Pesawat Udara bertujuan untuk menyingkat keterangan-keterangan dengan menggunakan gambar. Simbol listrik sangat penting untuk dipelajari dipahami karena hampir semua rangkaian listrik menggunakan simbol-simbol.

d. Tugas 2

Carilah berbagai macam model-model baru peralatan gambar teknik yang ada dipasaran dan carilah berbagai macam symbol – symbol listrik.

e. Tes Formatif 2

1) Mengapa dalam menggambar teknik diperlukan berbagai macam jenis pensil yang ada ?
2) Untuk keperluan yang sama, apa keuntungan penggunaan mesin gambar dibanding dengan alat yang lain ?
3) Mengapa pembuatan gambar lingkaran untuk teknik elektro dan elektronika lebih efektif menggunakan sablon / mal lingkaran dari pada jangka ?

f. Kunci jawaban formatif 2

1) Dalam menggambar teknik diperlukan berbagai macam jenis pensil yang ada yang disesuaikan dengan jenis kertas yang dipakai.
2) Keuntungan menggunakan mesin gambar daripada alat konvensional lainnya adalah mesin gambar merupakan alat yang multifungsi, yaitu dapat digunakan sebagai busur derajat, penggaris-T, dan mistar segitiga
3) Pembuatan bentuk lingkaran untuk gambar teknik elektro dan elektronika lebih efektif menggunakan jangka karena ukuran bentuk lingkarannya relatif kecil sehingga lebih mudah digambar dengan sablon (mal)

g. Lembar Kerja 2

Alat dan bahan :

1) Pensil …………………………………… 1 buah
2) Penggaris……………………………….. 1 set
3) Jangka………………………………….. 1 set
4) Penghapus………………………………. 1 buah
5) Sablon elips (lengkung), huruf dan angka 1 set
6) Kertas gambar ukuran A4………………… 1 lembar

Kesehatan dan Keselamatan Kerja:

1) Berdo'alah sebelum memulai kegiatan belajar!
2) Bacalah dan pahami petunjuk praktikum pada setiap lembar kegiatan belajar!
3) Gunakanlah peralatan gambar dengan hati-hati!

Langkah Kerja :

1) Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan!
2) Rekatkanlah kertas gambar dengan isolasi sudut kertas gambar!
3) Buatlah garis tepi!
4) Buatlah sudut keterangan gambar (stucklyst)!
5) Buatlah gambar chasis alarm tanda bahaya yang dilihat dari atas (tampak atas), seperti gambar berikut dengan ketentuan:
6) Skala gambar disesuaikan ukuran kertas A3
7) Digambar dengan pensil
8) Rencanakan tata letak (lay out) pembuatan gambar
9) Tentukanlah skala pembesaran yang dipilih, sesuaikan dengan ukuran kertas
10) Kumpulkanlah hasil latihan jika sudah selesai
11) Setelah selesai bersihkan alat gambar dan kembalikan ke tempatnya

LEMBAR LATIHAN

Salinlah simbol listrik berikut di atas kertas A 3 dengan menggunakan rapido !

FIXED
VARIABLE
PHOTO
ADJUSTABLE
TAPPED
THERMISTOR
RESISTORS
FIXED
NON-POLARIZED
SPLIT-STATOR
ELECTROLYTIC
VARIABLE
FEED-THROUGH
CAPACITORS
AIR-CORE
ADJUSTABLE
PHASING
IRON-CORE
OR
FERRITE-BEAD
TAPPED
INDUCTORS
METERS
* = V, mV, A, mA, μA
CONDUCTORS NOT JOINED
CONDUCTORS JOINED
SHIELDED WIRE OR COAXIAL CABLE
TERMINAL
ADDRESS OR DATA BUS
MULTIPLE CONDUCTOR CABLE
WIRING
SPST
SPDT
NORMALLY OPEN
TOGGLE
NORMALLY CLOSED
MULTIPOINT
MOMENTARY
THERMAL
SWITCHES
BATTERIES
SINGLE CELL
MULTI CELL
GROUNDS
CHASSIS
EARTH
A-ANALOG
D-DIGITAL
LED (DS#)
VOLTAGE VARIABLE CAPACITOR
THYRISTOR (SCR)
BRIDGE RECTIFIER
DIODE/RECTIFIER
TRIAC
ZENER
SCHOTTKY
TUNNEL
DIODES (D#)
AIR CORE
ADJUSTABLE INDUCTANCE
ADJUSTABLE COUPLING
WITH CORE
WITH LINK
TRANSFORMERS
3-PIN CERAMIC RESONATOR
ANTENNA
FUSE
QUARTZ CRYSTAL
HAND KEY
MOTOR
ASSEMBLY OR MODULE (OTHER THAN IC)
MISCELLANEOUS
PNP
P-CHANNEL
NPN
N-CHANNEL
BIPOLAR
UJT
JUNCTION FET
SINGLE-GATE
DUAL-GATE
DEPLETION MODE MOSFET
ENHANCEMENT MODE MOSFET
TRANSISTORS
AND
NAND
OR
NOR
XOR
INVERT
SCHMITT
OTHER
LOGIC (U#)
SPST
SPDT
DPDT
THERMAL
RELAYS
GENERAL AMPLIFIER
OTHER
OP AMP
INTEGRATED CIRCUITS (U#)
COMMON CONNECTIONS
LABEL
PHONE JACK
PHONE PLUG
CONTACTS
MALE
FEMALE
COAXIAL CONNECTORS
MULTIPLE, MOVABLE
MULTIPLE, FIXED
240 V FEMALE
GROUND
TRIODE
PENTODE
CRT
TUBE ELEMENTS
ANODE
HEATER OR FILAMENT
GRID
GAS FILLED
CATHODE
COLD CATHODE
DEFLECTION PLATES
TUBES (V#)
INCANDESCENT
NEON (AC)
LAMPS
HOT 120 V
NEUT
GND
MALE CHASSIS-MOUNT
CONNECTORS

KEGIATAN BELAJAR 3

Kegiatan Belajar 3 : Pengenalan dan Penerapan normalisasi gambar listrik dan elektronika pesawat udara

a. Tujuan kegiatan pembelajaran 2 :

1) Peserta didik dapat mengetahui Pengenalan dan Penerapan normalisasi gambar listrik pesawat udara
2) Peserta didik dapat mengetahui Pengenalan dan Penerapan normalisasi gambar elektronika pesawat udara

b. Uraian materi 3

Secara garis besar Pengenalan dan Penerapan normalisasi gambar listrik dan elektronika pesawat udara dikategorikan menjadi :

1. Rangakaian control motor
2. Rangakaian instalasi penerangan pesawat udara
3. Jaringan distribuso listrik pesawat udara
4. Gambar harness pesawat udara
5. Rangkaian power supply
6. Rangakaian navigasi dan komunikasi

Keenam kategori tersebut lebih rinci dan mendalam , dalam kegiatan ini peserta didik akan dikenalkan Penerapan normalisasi gambar listrik dan elektronika pesawat udara yang bersifat dasar – dasar saja

1. RANGKAIAN KONTROL MOTOR DASAR

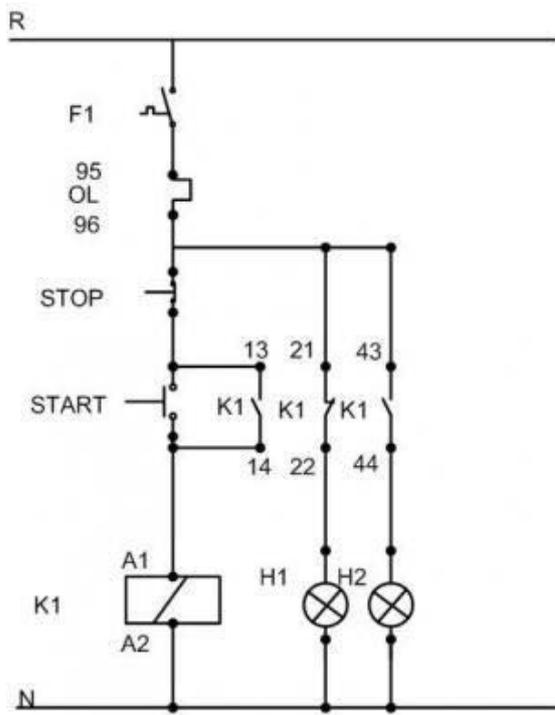
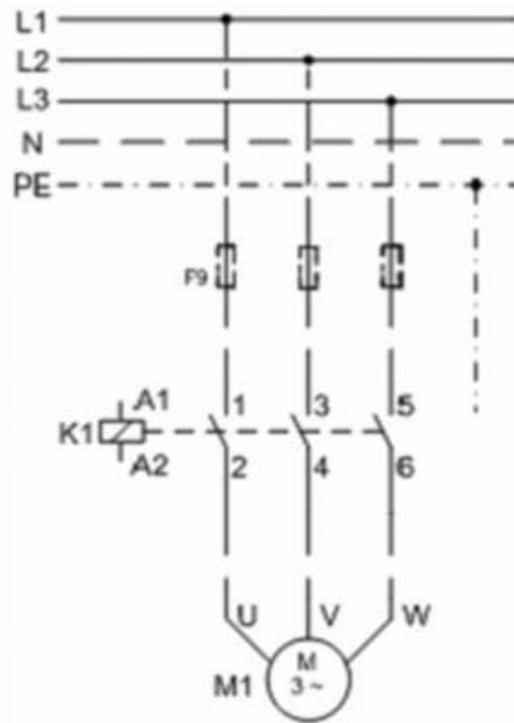
a. Rangkaian utama

Rangkaian utama adalah gambaran rangkaian beban dan kotak-kontak utama kontaktor serta kontak breaker dan komponen pengaman yang dihubungkan ke arus beban.

b. Rangkaian kontrol

Rangkaian kontrol arus adalah rangkaian untuk pengatur operasi kontaktor dan relay atau pengaturan arus pengoperasian kumparan operasi kontaktor dan kumparan pengaktif relay melalui kontak bantu dan kontak relay

c. Rangkaian pengawatan

Rangkaian pengawatan adalah ganbungan dari rangkaian utama dan rangkaian kontrol, dengan kata lain rangkaian lengkap dari rangkaian kontrol motor.

Gambar Rangkaian Kontrol

Gambar Rangkaian Power (Daya)

2. RANGKAIAN INSTALASI PENERANGAN PESAWAT UDARA DAN DISTRIBUSI LISTRIK PESAWAT UDARA

Berdasarkan pemakaian tenaga listrik dan tegangannya, macam-macam instalasi listrik adalah :

Menurut arus listrik yang disalurkan

a. Instalasi arus searah

Instalasi ini pada umumnya bekerja bekerja pada tegangan 110V; 220V; atau 440V. Di Indonesia penggunaannya adalah industri yang bekerja berdasarkan elektronika, PT. Kereta Api Indonesia pada pelayanan KRL (Kereta Api Listrik).

b. Instalasi arus bolak-balik

Instalasi ini pada umumnya bekerja pada tegangan : 125V; 220V; 330V; 500V; 1000V; 3000V; 5000V; 6000V; 10.000V; 15.000V. Di Indonesia jaringan dari PT. PLN tegangan yang digunakan adalah 220V; 380V; 6.000V; dan 20.000V. Instalasi arus bolak-balik banyak dipakai untuk rumah tangga, industri maupun bangunan komersil.

Menurut tegangan yang digunakan

a. Instalasi tegangan tinggi Dipergunakan pada saluran transmisi, karena mengalirkan daya yang besar pada tegangan tinggi selama arus baliknya kecil, sebagai muatan transmisinya tenaganya kecil.

b. Instalasi tegangan menengah Dipergunakan pada pusat pembangkit listrik arus bolak-balik pada saluran distribusi, instalasi tenaga pada induk.

c. Instalasi tegangan rendah Dipergunakan pada saluran distribusi, instalasi penerangan rumah tangga, PJU (Penerangan Jalan Umum), komersil.

Menurut pemakaian tenaga listrik

a. Instalasi penerangan / instalasi cahaya

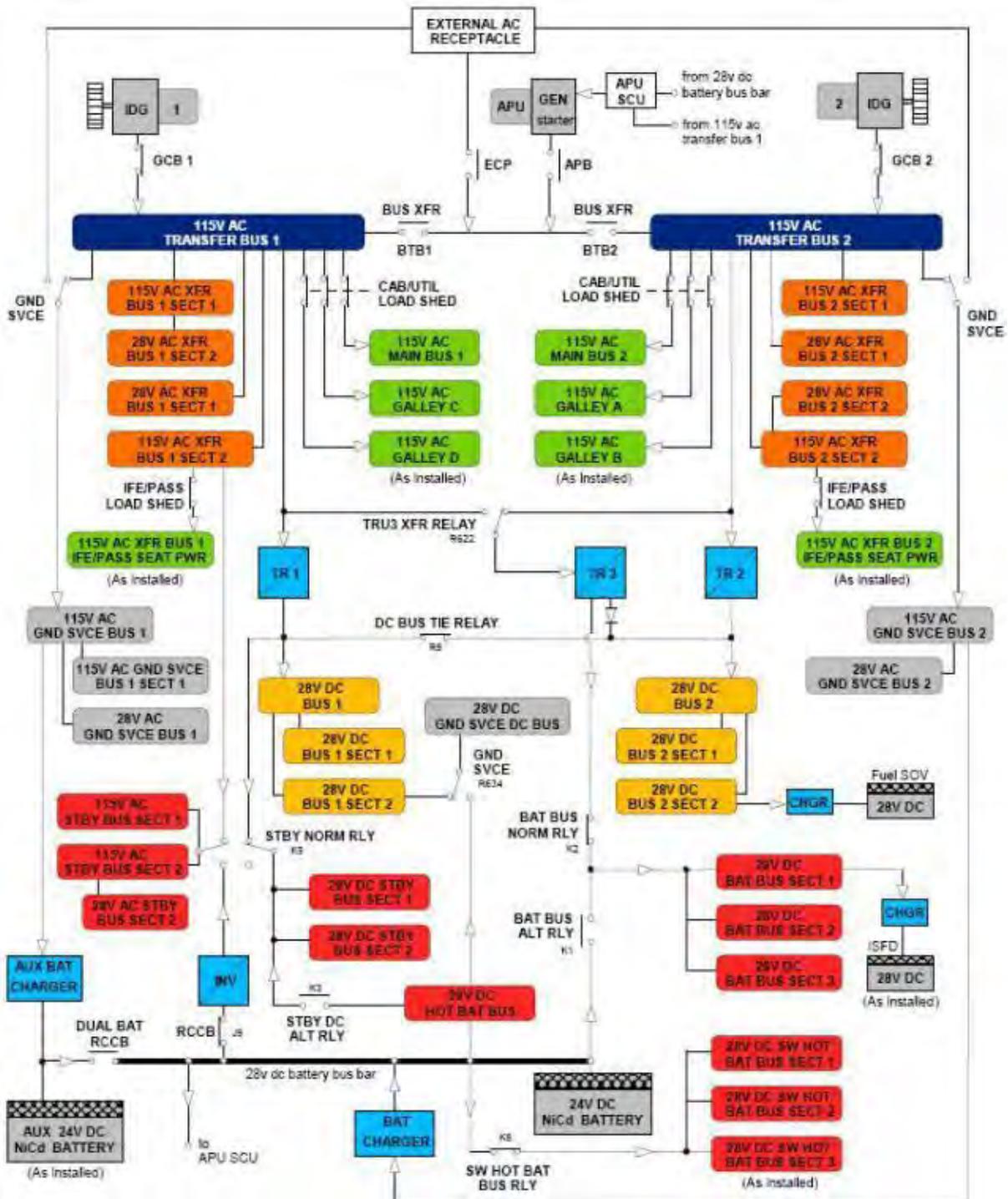
PT.PLN menggunakan arus bolak-balik 127 Volt (system lama) dan mulai tahun 1980-an dengan sistem 220 Volt.

b. Instalasi tenaga Sistem lama

PT.PLN menggunakan arus bolak-balik 127 Volt dan system baru dengan tegangan 350 Volt instalasi tenaga ini biasa dipakai bersama untuk penerangan maupun tenaga.

Instalasi listrik khusus

Dipergunakan pemakaian alat-alat, atau pada induksi-induksi yang memerlukan tenaga listrik untuk keperluan saluran seperti pada ; - Instalasi listrik pada kereta api, mobil, kapal laut, **pesawat terbang** Instalasi listrik pada pemancar radio, TV telepon, telegram, radar Instalasi listrik pada industrii pertambangan dan lain-lain.

Skema dibawah menggambarkan sistem kelistrikan di pesawat Boeing **B737-800.**

Secara umum sistem kelistrikan di pesawat sama dengan sistem kelistrikan pada umumnya. Terdiri atas 3 hal yaitu : **sumber listrik (*electrical power source*), sistem distribusi dan beban (*load*).**

1. Sumber listrik pesawat

Dari jenisnya, sumber listrik dapat dibedakan menjadi 2, yaitu sumber listrik AC dan sumber listrik DC.

Sumber listrik AC *(AC power source)*

Untuk pesawat B737-800, seperti terlihat dalam skema diatas, terdapat 3 sumber listrik AC. Yaitu 2 generator yang terpasang di Engine dan 1 generator yang terpasang di APU. Generator ini digerakkan oleh putaran dari Engine atau APU, sehingga dapat menghasilkan listrik. Khusus untuk generator di engine, agar tetap berputar dalam kecepatan yang tetap, tidak mengikuti putaran engine yang berubah-ubah perlu dipasang sistem yang disebut CSD (*constant speed drive*). Untuk pesawat B737-800 antara CSD dan generator sudah digabungkan menjadi satu sistem yang disebut dengan IDG (*integrated drive generator*). Sedangkan untuk pesawat B737 Classic, masih terpisah antara CSD dan generator. Untuk generator di APU tidak memelurkan CSD, karena putaran APU konstan. Listrik AC yang dihasilkan oleh generator pesawat adalah 115 VAC 400 Hz. Berbeda ya dengan listrik di rumah kita yang 220 VAC 60 Hz. Selain dari generator, ada satu lagi sumber listrik AC di pesawat, yaitu *static inverter*. *Static inverter* berfungsi merubah listrik DC dari baterai menjadi listrik AC. *Static inverter* hanya digunakan saat kondisi darurat. Saat semua generator yang ada tidak mampu untuk menyediakan sumber listrik AC. Dengan demikian, saat kondisi darurat, sistem pesawat yang memerlukan sumber listrik AC tetap dapat berkerja.

Sumber listrik DC *(DC power source)*

Sumber listrik DC di pesawat terdiri atas *transformer* dan baterai. Tergantung dari jenis pesawatnya, jumlah *transformer* dan baterai yang terpasang akan berbeda-beda. Untuk pesawat B737-800, terpasang 3 *transformer* dan 2 baterai.

Transformer (TR) berfungsi untuk merubah listrik AC menjadi listrik DC. Hal berlawanan dengan yang dilakukan oleh *static inverter*. Besarnya tegangan DC untuk pesawat adalah 28 VDC. Baterai yang terdapat di pesawat berfungsi untuk menghasilkan listrik DC dengan tegangan sebesar 28 VDC. Baterai yang dipakai adalah tipe Nikel Cadmium (NiCd) sehingga dapat diisi ulang (*rechargeable*). Saat baterai tidak digunakan, baterai akan di-*charge* oleh *baterai charger* yang terpasang.

Dalam pemakaiannya, baterai pesawat dipakai dalam beberapa keadaan:

1. Sebagai sumber eksitasi untuk starting APU.
2. Saat konsidi darurat sebagai sumber listrik DC.

Listrik DC ini juga yang dirubah static inverter menjadi listrik AC.

2. Sistem distribusi listrik pesawat

Untuk distribusi listrik, pesawat memakai sistem bus yang menghubungkan antara sumber listrik dengan beban.

Macam bus yang terdapat di pesawat B737-800 adalah :

1. AC Transfer bus (XFR), terdiri atas transfer bus 1 dan transfer bus 2. Dalam kondisi normal, transfer bus 1 terhubung dengan generator 1 dan transfer bus 2 terhubung dengan generator 2.Sedangkan dalam kondisi darurat, semisal generator 1 tidak berfungsi, maka transfer bus 1 dapat terhubung dengan APU atau terhubung dengan generator 2 melalui transfer bus 2.
2. AC Main bus, terdiri dari AC main bus 1 dan AC main bus 2.
3. Galley bus, untuk keperluan listrik di *galley* pesawat. Jumlah bergantung pada jumlah *galley* yang terpasang di pesawat.
4. 28 VDC Bus, bus yang terhubung dengan *transformer*.
5). 28 VDC baterai bus, bus yang terhubung dengan *transformer* dalam kondisi normal, dan baterai dalam kondisi alternatif.
6. Standby (STBY) bus, standby bus adalah bus yang tetap akan mempunyai sumber listrik dalam keadaan darurat. 115 VAC STBY memperoleh sumber listrik dari *static inverter* sedangkan 28 VDC STBY memperoleh listrik dari baterai.

3. Beban (*Load*)

Beban di pesawat terhubung dengan sistem distribusi listrik pesawat melalui bus. Bergantung pada sumber listrik yang diperlukan, dan juga peranannya, beban bisa terhubung pada bus yang berbeda-beda. Untuk sistem pesawat yang tetap harus berfungsi dalam keadaan darurat, akan tersambung dengan standby bus. Sedangkan sistem pesawat yang “kurang penting” akan terhubung dengan AC Main Bus.

System lighting pada pesawat udara ada 2 macam yaitu :

1. Internal Lighting
2. External Lighting

1. Internal Lighting

Interior Light System menyediakandipergunakan untuk penerangan pada flight dan cargo areas.

Interior Light system terdiri dari :

a. Flood Light (Instrumen panel's)
b. Floor Light (cargo area)
c. Edge Light
d. Emergency Light

2. External Light System

External Lighting System menyediakan penerangan saat terbang, landing, dan taxi pada malam hari, inspeksi pada saat kondisi berkabut dan mencegah terhadap kecelakaan(tabrakan) saat di udara.

External Light System terdiri dari :

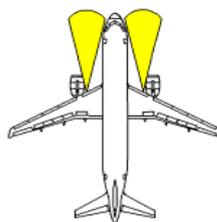
a. Leading Edge Light
b. Anti Collision Light
c. Landing light
d. Navigation Light

Leading EdgeLight,Anti Collosion Light dan Navigation Lightdikontrol dari exterior light panel. Keseluruhan exterior light system beroperasi dengan power dari 115 VAC bus.

Landing Light

Landing Light biasanya mempunyai intensitas cahaya sangat tinggi karena jarak yang cukup dapat memisahkan pesawat dari medan atau hambatan, lampu pendaratan pesawat besar dengan mudah dapat dilihat oleh pesawat lain lebih dari 100 mil. Dalam desain lampu pendaratan, pertimbangan utama adalah intensitas, keandalan, berat, dan konsumsi daya.Lampu pendaratan ideal yaitu, memerlukan daya listrik sedikit, yang ringan, dan memiliki masa kerja lama dan dapat diprediksi. Landing Light biasanya terletak di dua di sayap. Landing Light biasanya hanya berguna sebagai alat bantu visibilitas ke pilot setelah pesawat tersebut sangat rendah dan dekat dengan medan (landasan), seperti waktu take-off dan landing. Landing Light biasanya dipadamkan saat terbang, terutama jika kondisi atmosfer yang mungkin menyebabkan refleksi atau silau dari lampu kembali ke mata pilot. Namun, kecerahan lampu pendaratan berguna untuk meningkatkan visibilitas untuk pilot pesawat lain. Penggunaan lampu pendaratan yang sebenarnya mungkin atau mungkin

tidak diperlukan, tergantung pada waktu siang atau malam, cuaca, kondisi bandara, kondisi pesawat, jenis operasi yang sedang dilakukan (lepas landas, pendaratan, dll), dan faktor lainnya. Lampu pendaratan tidak perlu begitu digunakan untuk berbagai jenis pesawat, tetapi penggunaannya sangat dianjurkan, baik untuk take-off dan landing dan selama setiap operasi di bawah 10.000 kaki (3.000 m) atau dalam sepuluh mil dari bandara . Untuk pesawat udara kategori transport dan beberapa operasi dengan jenis pesawat, lampu pendaratan diwajibkan ada dan digunakan. lampu landing harus disertifikasi aman dan memadai untuk tujuan mereka sebelum instalasi. Landing light di pesawat udara dipasang untuk menerangi saat pendaratan di siang hari dan malam hari.Komponen yang terdapat di landing light adalah kapasitor (un polarity capasitor) , diode, motor (1 phasa).

Landing

Gambar 2.1 Posisi lampu Landing Light di pesawat

Landing light adalah lampu assembly yang dapat keluar (EXTEND) dan masuk (RETRACT). Putaran motor pada landing light pada saat EXTEND adalah Clock Wise (CW) dan ketika RETRACT adalah Counter Clock Wise (CCW). Dimana semua control pada landing light terdapat di cock pit (copilot's instrument panel).

KONTROL SWITCH LAMPU PENDARATAN

Gambar 2.2 Selektor Kontrol Lampu Pendaratan.

Selektorkontrollampupendaratan.

ON : posisi lampu keluar secara penuh dengan otomatis

OFF : mematikan lampu tetapi masih dalam keadaan extend

RETRACT : switch lampu tertarik ke bawah dan lampu pun tertarik ke dalam dengan mengeluarkan cahaya.

LANDING LIGHT SAAT EXTEND

Pada posisi Extend posisi lampu keluar penuh selama pesawat landing dan hal ini menandakan bahwa pesawat akan landing dengan suplai cahaya tinggi, seperti pada gambar 2.3.

Gambar 2.3 Landing Light saat EXTEND

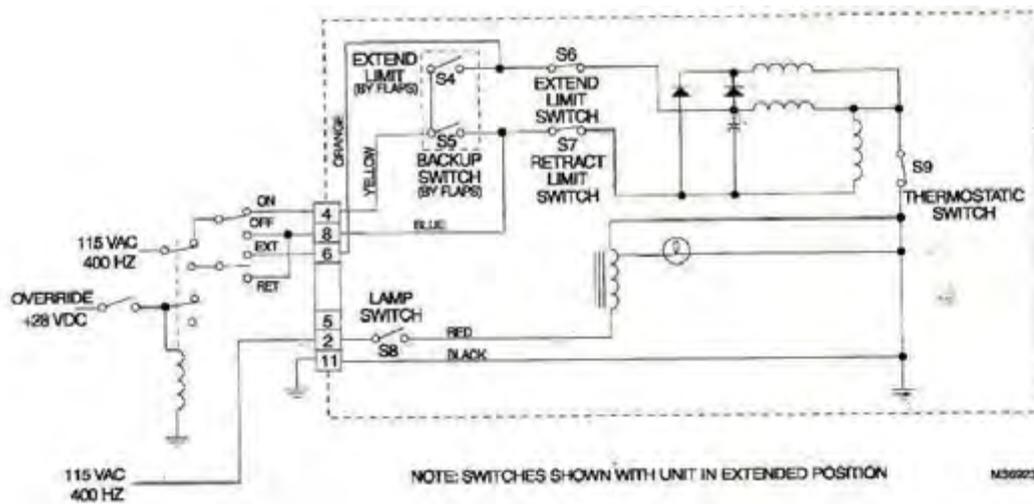
LANDING LIGHT SAAT RETRACT

Pada posisi Retract pada Landing Light dijalankan selama pesawat Landing dan Take Off dengan suplay cahaya tinggi seperti gambar 2.4.

Gambar 2.4 Landing Light saat RETRACT

PRINSIP KERJA LANDING LIGHT

Ketika switch dalam posisi ON arus masuk dengan tegangan sebesar 115 V/400 Hz melalui saklar 6 yang kondisi saklar tadinya NO (membuka) menjadi NC (menutup). Arus masuk dan menggerakan motor yang kemudian di sambungkan ke ground dengan bantuan flaps . Saat lampu mencapai keluar pada posisinya, saklar 6 akan membuka (NO) kembali dan memutuskan power dari motor dengan sendirinya.

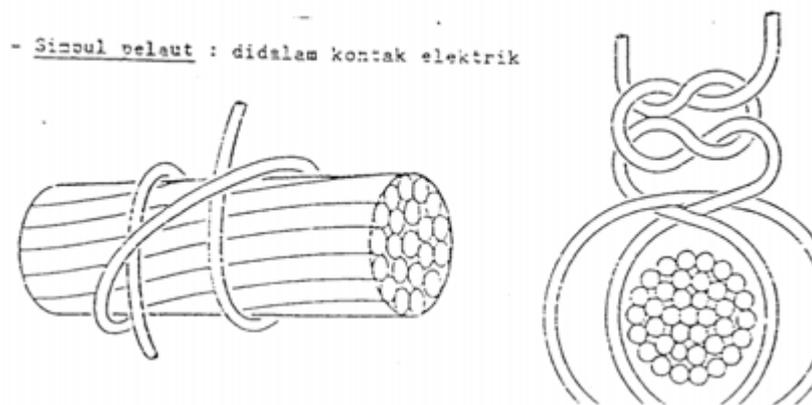
Pergerakan lampu(keluar/masuk) dapat dihentikan dengan control switch dalam posisi HOLD

Gambar 2.5 Wiring Landing Light

Saat itu pula ketika switch lampu dalam kondisi ON tegangan yang sama masuk sebesar 115VAC/400 Hz menekan saklar 8 yang tadinya NO (membuka) menjadi NC (menutup).. Dengan daya sebesar 450 watt, arus masuk melalui Auto Transformer yang menjadikan input 115 VAC/400 Hz menjadi 28 VAC dan lampu pun akan menyala. Dan ketika switch dalam posisi RETRACT maka saat itu tegangan yang sama yaitu 115 VAC/400 Hz masuk melalui saklar 6 yang mendapatkan back up dari flaps. Sebelumnya saklar NO (membuka) menjadi NC(menutup) dan merubah putaran motor yang sebelumnya terjadi gerakan lampu EXTEND menjadi gerakan lampu RETRACT.

3. HARNESS PESAWAT UDARA

Harnessing

Menyusun dua atau lebih kabel-kabel menjadi satu bundle yang dilengkapi dengan simbol-simbol sistem. Fungsinya untuk mempermudah penginstalasian dan perawatan dalam pesawat udara.

Adalah mengikat group atau bundle menjadi satu dengan cara penalian menyilang, jarak antara tiap ,ikatan adalah 12 inchi ataukurang. Simpul yang digunakan adalah simpul pelaut. Selain dengan menggunakan simpul amerika atau simpul pengail. Gambar contoh ikatan :

Routing dan instalasi

Jumlah kawat dan kabel yang diperlukan untuk distribusi sistem listrik tergantung dari sederhana atau rumitnya sistem listrik. Dalam instalasi listrik pesawat udara yang penting bukan jumlahnya melainkan cara menysunnya. Hal ini dimaksudkan untuk : mencegah gangguan terhadap radio dan penunjukan magnetic-compass serta faktor-faktor keselamatan diantaranya:

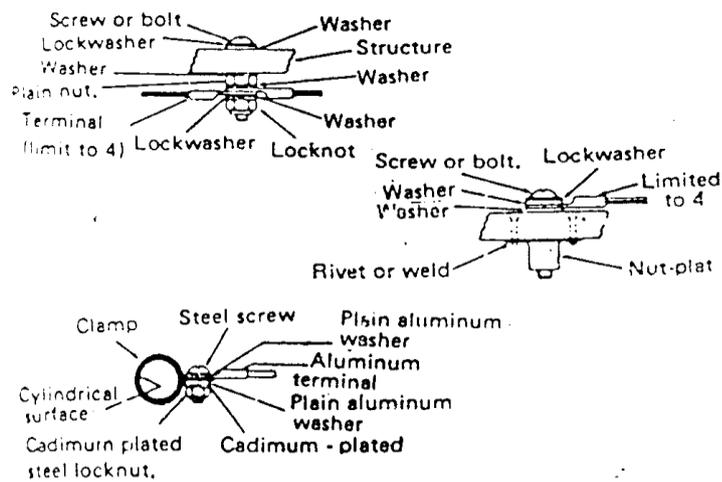
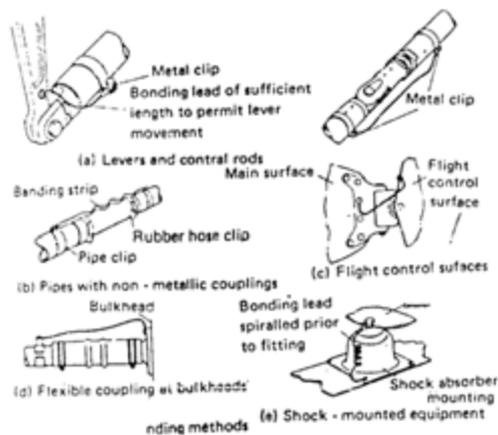
1. Kerusakan karena terinjak penumpang yang berjalan di dalam pesawat udara.
2. Kerusakan sewaktu memasukan barang-barang ke dalam bagasi.
3. Kerusakan akibat tergores benda lain
4. Kerusakan akibat pangs.
5. Kerusakan akibat cairan asam battery ataui lainnya.
6. Selain itu juga untuk mempermudah penandaan kabel-kabel.

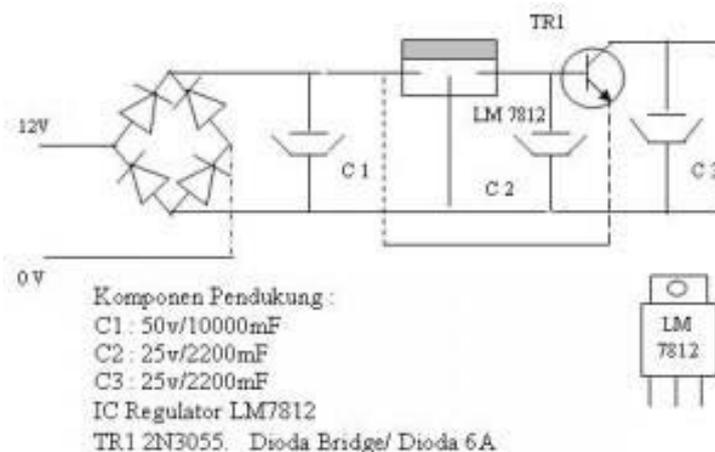
Grounding dan Bonding

Grounding adalah hubungan listrik dari peralatan listrik ke konstruksi utama pesawat udara yang merupakan masa untuk sirkuit listrik Bonding adalah hubungan listrik pada du[g] atau lebih sambungan dari konstruksi pesawat terbang untuk menyamakan muatan listrik apabila terjadi perbedaan tegangan listrik.

Syarat-syarat pernasangan grounding atau bonding

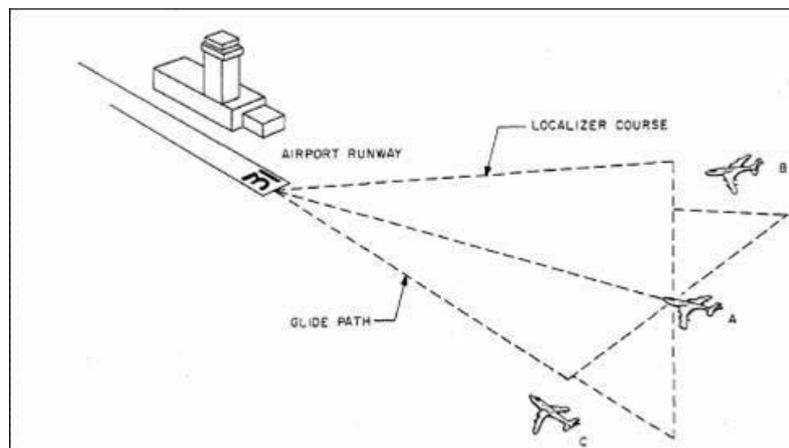
1. Harus dihubungkan ke konstruksi utama.
2. Tidak boleh merusak konstruksi utama
3. Harus sependek mungkin.
4. Permukaan harus bersih dan rata.
5. Harus kuat dan tidak terlepas oleh getaran atau yang lainnya.
6. Tempat pemasangan sebaiknya terlindung.

Gambar cara pemasangan grounding :

Gambar sambungan dengan bounding :

4. RANGKAIAN POWER SUPPLY

Rangkaian power supply adalah jenis rangkaian yang sangatlah penting pengaruhnya dalam suatu peralatan elektronika. Alat-alat seperti FM Radio, timbangan digital, mainan anak-anak, kompas digital, kalkulator, MP3 Player, bahkan HP charger atau alat untuk mengecas hape juga memakai rangakaian penting ini. Sebagai sumber arus dari power supply ialah arus AC yang berasal dari pembangkit listrik. Dengan menggunakan power supply, maka arus yang awalnya AC dirubah menjadi DC. Sebenarnya kita juga bisa memperoleh tegangan murni berupa arus DC, dengan mengandalkan beberapa rangakaian pendukung tambahan yang dapat kita bangun sendiri serta dengan memakai komponen-komponen yang gampang diperoleh dipasaran elektronik. Sebagai contoh adalah baterai yang merupakan sumber dari catu daya arus DC yang paling baik. Namun kelemahannya adalah apabila memerlukan arus yang lebih besar lagi, maka baterai ini tentunya tidak dapat mencukupi kebutuhan arus tersebut. Biasanya untuk membuat suatu *rangkaian power supply*, kita dipusingkan dengan pencarian komponen-komponen seperti transistor; op-amp; dioda; ataupun kapasitor. Untuk sekarang kita tidak lagi perlu melakukan hal tersebut, karena disaat ini semua sirkuitnya telah dikemas jadi tegangan IC regulator yang tunggal tetap. Regulator dengan tegangan tetap negatif merupakan jenis tegangan komponen dari regulator seri 79xx, sedangkan untuk tegangan positif tetapnya adalah dari seri 78xx. Bila kita perhatikan benar-benar, maka akan ketahuan bahwa semua komponen tersebut telah dilengkapi dgn pembatas. Secara default, komponen tersebut hanya mempunyai 3 pin. Tapi dengan menambahkan sejumlah komponen aja, bisa menjadikannya sebuah regulasi rangkaian power supply yg baik. Hal yg perlu diperhatikan dengan baik adalah bahwa IC regulator sirkuit ini hanya bisa berfungsi dengan baik apabila tegangan input jumlahnya lebih besar daripada regulator dari tegangan output.

Skema Rangkaian Power Supply

5. RANGKAIAN NAVIGASI DAN KOMUNIKASI PESAWAT UDARA

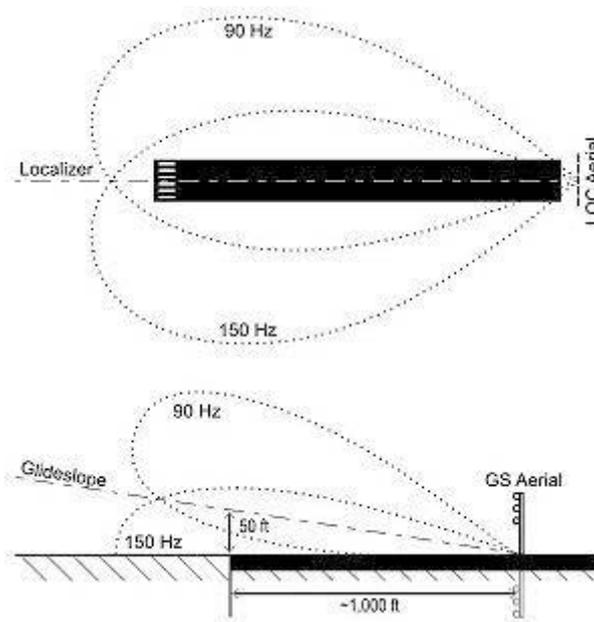
Instrument pemandu pendaratan pesawat – ILS

Instrumen apakah yang digunakan untuk membantu pilot dalam fase pendaratan pesawat. Manuver pesawat untuk dapat mendarat di landasan disebut dengan fase *approach*. Prosedur *approach* dapat dilakukan dengan metode *visual approac*h atau dengan menggunakan bantuan instrument pesawat (*instrument approach*). *Instrument approach* yang dapat digunakan ada beberapa jenis, antara lain : ILS (*Instrument Landing System*), MLS (*Microwave Landing System*), LDA (*Localizer Type Directional Aid*) dan GLS (*GPS Landing System*). Untuk kali ini akan membahas mengenai ILS, prosedur *approach* yang digunakan di banyak bandara. ILS merupakan sistem yang membantu pilot dalam fase *approach* sampai mendarat di landasan. Perangkat ILS terdiri dari perangkat yang terpasang di bandara dan juga di pesawat. ILS bekerja dengan memanfaatkan gelombang radio, termasuk dalam kelompok *radio navigation systems*. Ada dua macam sub sistem yang terdapat dalam sistem ILS. Yang pertama adalah *localizer* sedangkan yang kedua adalah *glideslope*. Localizer berfungsi untuk memberikan pedoman (*guidance*) dalam sumbu lateral/horizontal. Sedangakan glideslope berfumgsi untuk memberikan pedoman dalam sumbu vertikal. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar dibawah :

Localizer dan *Glideslope*

Ada dua bidang segitiga, bidang pertama menunjukan *localizer*, dan bidang kedua untuk *glideslope*. Irisan antara kedua bidang adalah jalur (*course*) yang harus diikuti oleh pesawat untuk mendarat dengan di landasan.

Prinsip Kerja ILS

Seperti sudah disinggung di atas, ILS bekerja memanfaatkan gelombang radio. Perangkat ILS (*localizer* dan *glideslope*) yang terpasang di bandara akan memancarkan sinyal radio, yang kemudian ditangkap oleh perangkat ILS di pesawat. *Localizer* bekerja pada frekuensi 108 – 112 Mhz. Sinyal *localizer* dimodulasi dalam dua konfigurasi. Sisi kiri dimodulasi dengan frekuensi 90 Hz dan Sisi kanan dengan frekuensi 150 Hz. *Glideslope*

bekerja pada frekuensi 329.15 – 335.0 Mhz. Sama seperti *localizer*, sinyal ini juga dimodulasi dalam dua konfigurasi. Sisi atas dimodulasi dengan frekuensi 90 Hz dan sisi bawah dimodulasi dengan frekuensi 150 Hz.

Sinyal termodulasi yang dipancarkan

Sistem modulasi seperti ini yang membuat perangkat ILS di pesawat dapat mengenali jalur yang tepat untuk pendaratan.

Perangkat ILS di pesawat

Perangkat ILS di pesawat terdiri atas : ILS *receiver*, antena (*localizer* dan *glideslope*) dan indikasi di pesawat.

ILS Receiver

ILS receiver akan mengolah sinyal radio yang ditangkap oleh antena, kemudian merubahnya menjadi informasi (indikasi) untuk pilot. ILS receiver terpasang di <u>EE compartment.</u>

Antena *glideslope* diatas antena radar, antena *localizer* dibawah antena radar

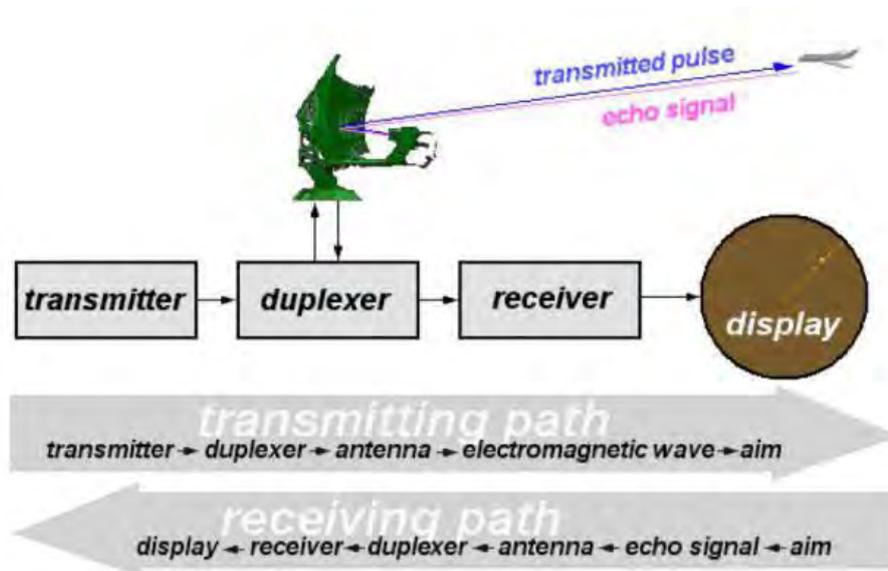
Antena ILS terdiri dari antena *glideslope* dan antena *localizer*. Untuk pesawat Boeing 737, kedua antena ini terpasang di nose radome.

ILS indication

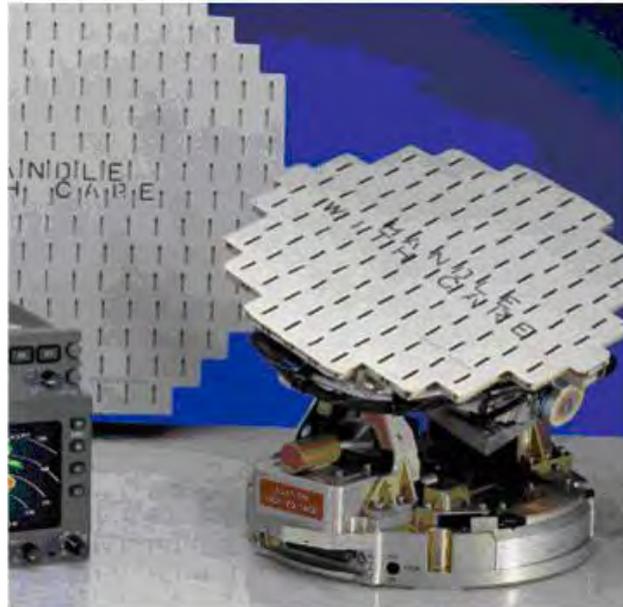
CDI (NAV1) di pesawat Cessna

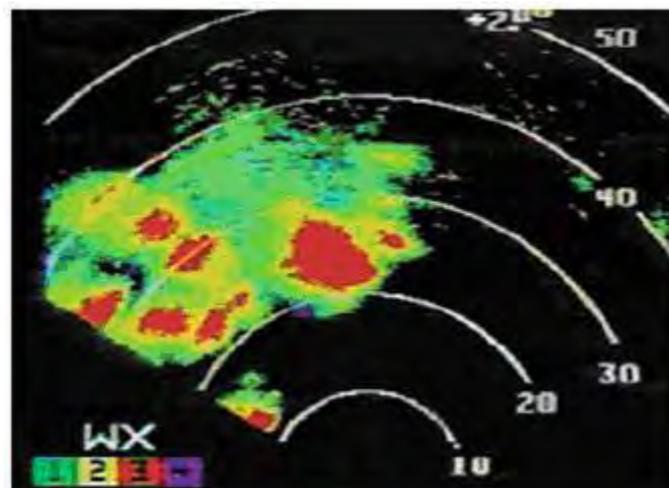
Indikasi ILS pada pesawat menggunakan CDI (*Course Deviation Indicator*) CDI akan memberikan informasi pada pilot bahwa couser sudah sesuai saat kedua jarum tepat beririsan di tengah indicator.

RADAR cuaca di pesawat terbang

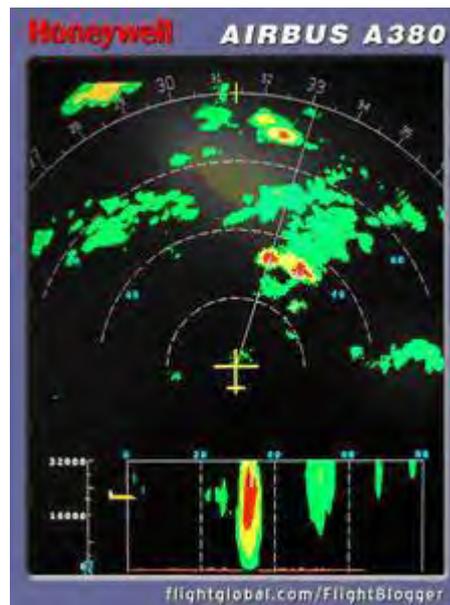
Saat mendengar kata RADAR, biasanya saya teringat dengan film-film perang. Saat adegan serangan pesawat tempur, yang disertai keriuhan di ruang pemantau RADAR. Sebenarnya apakah yang dimaksud dengan RADAR? RADAR merupakan akronim dari Radio Detecting And Ranging. RADAR digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek dan menentukan posisinya. RADAR bekerja menggunakan prinsip pemantulan gelombang. Saat beroperasi, RADAR akan memancarkan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan dari antena RADAR. Gelombang ini kemudian akan dipantulkan oleh objek yang berada dalam jangkauan. Gelombang yang dipantulkan akan ditangkap kembali oleh antena RADAR. Dari gelombang yang dipantulkan inilah dapat dihitung posisi dari objek yang memantulkan gelombang.

Cara kerja RADAR

RADAR mempunyai banyak aplikasi dalam dunia penerbangan. Aplikasi RADAR secara garis besar terbagi menjadi dua. RADAR yang terpasang di pesawat terbang dan RADAR di darat yang digunakan untuk mendeteksi pesawat terbang. RADAR yang terpasang di pesawat terbang digunakan untuk mendeteksi keberadaan pesawat lain. Tapi ini hanya terdapat di pesawat tempur. Pesawat terbang sipil tidak memiliki fasilitas ini. Untuk pesawat sipil hanya terpasang RADAR untuk mendeteksi cuaca (*weather radar*). Dengan adanya RADAR ini, pilot dapat melihat kondisi aktual cuaca yang ada di depan pesawat. Sistem RADAR cuaca yang terdapat di pesawat terbang sipil terdiri dari beberapa komponen yaitu :

1. Antena radar
2. Antena drive
3. Radar transceiver
4. Radar control panel dan
5. Display

Antena radar dan drive unit

Antena RADAR berfungsi untuk memancarkan dan menangkap gelombang elektromagnetik (gelombang radio) . Antena RADAR di pesawat berbentuk piringan datar (*flat plate*). Gerakan antena, dikontrol oleh *antena drive*. Antena dan *antena drive* dipasang di *nose radome*, di hidung pesawat. Oleh sebab itu radome dibuat dari bahan komposite yang dapat melewatkan gelombang radio. *Transceiver* adalah komponen yang berfungsi untuk memproduksi gelombang elektromagnet yang akan dipancarkan oleh antena (*transmitter*). Juga untuk mengolah gelombang elektromagnet yang dipantulkan oleh objek (*receiver*). *Transceiver* merupakan otak dari sistem radar di pesawat terbang. *Transceiver* terhubung dengan control panel dan perangkat display di pesawat.

Tampilan RADAR cuaca di *navigation display*

Sistem RADAR di pesawat terhubung dengan sistem *display* di kokpit pesawat. Kondisi cuaca yang ditangkap oleh RADAR akan ditampilkan di *navigation display*. Kondisi

cuaca ditampilkan dalam 4 warna yang berbeda hijau, kuning, merah dan magenta. Tiap warna menggambarkan kondisi cuaca yang berbeda. Hijau untuk kondisi cuaca yang ringan, kuning untuk sedang, merah untuk berat dan magenta untuk *turbulence*. Tampilan RADAR cuaca untuk kebanyakan sistem adalah dalam 2 dimensi. Hanya tampilan dalam sumbu horizontal saja. Namun sekarang juga sudah dikembangkan RADAR cuaca yang dapat memberikan kondisi cuaca dalam 3 dimensi, yaitu dalam sumbu horizontal dan sumbu vertikal.

Rangkuman 3

- **Rangkaian control motor terdiri dari 3 bagian yaitu :**
  a. Rangkaian utama
  b. Rangkaian kontrol
  c. Rangkaian pengawatan

- Secara umum sistem kelistrikan di pesawat sama dengan sistem kelistrikan pada umumnya. Terdiri atas 3 hal yaitu : **sumber listrik (*electrical power source*), sistem distribusi dan beban (*load*).**
- Power supply berfungsi Sebagai sumber arus dari power supply ialah arus AC yang berasal dari pembangkit listrik. Dengan menggunakan power supply, maka arus yang awalnya AC dirubah menjadi DC.
- **System lighting pada pesawat udara ada 2 macam yaitu :**
  - Internal Lighting
  - External Lighting
- Sistem navigasi pesawat udara terdiri dari beberapa komponen seperti ILS, Radar dan lain – lain.

d. Tugas 3

Carilah Skema diagram rangakaian sistem navigasi dari ILS dan Radar pesawat udara

e. Tes Formatif 3

1) Rangakaian control motor di bagi menjadi berapa bagian ? jelaskan !

2) Jelaskan prinsip kerja ILS

f. Kunci jawaban formatif 3

1) .

a. Rangkaian utama

Rangkaian utama adalah gambaran rangkaian beban dan kotak-kontak utama kontaktor serta kontak breaker dan komponen pengaman yang dihubungkan ke arus beban.

b. Rangkaian kontrol

Rangkaian kontrol arus adalah rangkaian untuk pengatur operasi kontaktor dan relay atau pengaturan arus pengoperasian kumparan operasi kontaktor dan kumparan pengaktif relay melalui kontak bantu dan kontak relay

c. Rangkaian pengawatan

Rangkaian pengawatan adalah ganbungan dari rangkaian utama dan rangkaian kontrol, dengan kata lain rangkaian lengkap dari rangkaian kontrol motor.

2) ILS bekerja memanfaatkan gelombang radio. Perangkat ILS (*localizer* dan *glideslope*) yang terpasang di bandara akan memancarkan sinyal radio, yang kemudian ditangkap oleh perangkat ILS di pesawat. *Localizer* bekerja pada frekuensi 108 – 112 Mhz. Sinyal *localizer* dimodulasi dalam dua konfigurasi. Sisi kiri dimodulasi dengan frekuensi 90 Hz dan Sisi kanan dengan frekuensi 150 Hz. *Glideslope* bekerja pada frekuensi 329.15 – 335.0 Mhz. Sama seperti *localizer*, sinyal ini juga dimodulasi dalam dua konfigurasi. Sisi atas dimodulasi dengan frekuensi 90 Hz dan sisi bawah dimodulasi dengan frekuensi 150 Hz.

g. Lembar Kerja 3

Alat dan bahan :

1) Pensil ……………………………………… 1 buah
2) Penggaris………………………………….. 1 set
3) Jangka…………………………………….. 1 set
4) Penghapus…………………………………. 1 buah
5) Sablon elips (lengkung), huruf dan angka 1 set
6) Kertas gambar ukuran A4………………… 1 lembar

Kesehatan dan Keselamatan Kerja:

1) Berdo'alah sebelum memulai kegiatan belajar!
2) Bacalah dan pahami petunjuk praktikum pada setiap lembar kegiatan belajar!
3) Gunakanlah peralatan gambar dengan hati-hati!

Langkah Kerja :

1) Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan!
2) Rekatkanlah kertas gambar dengan isolasi sudut kertas gambar!
3) Buatlah garis tepi!
4) Buatlah sudut keterangan gambar (stucklyst)!
5) Buatlah gambar chasis alarm tanda bahaya yang dilihat dari atas (tampak atas), seperti gambar berikut dengan ketentuan:
6) Skala gambar disesuaikan ukuran kertas A3
7) Digambar dengan pensil
8) Rencanakan tata letak (lay out) pembuatan gambar
9) Tentukanlah skala pembesaran yang dipilih, sesuaikan dengan ukuran kertas
10) Kumpulkanlah hasil latihan jika sudah selesai
11) Setelah selesai bersihkan alat gambar dan kembalikan ke tempatnya

LEMBAR LATIHAN

1. Gambarlah Skema sistem kelistrikan di pesawat Boeing **B737-800** di kertas kalkir A3 !
2. Gambarlah Skema sistem *Wiring Landing Light* kertas kalkir A3 dengan menggunakan Rapido!

KEGIATAN BELAJAR 4

Kegiatan Belajar 4 : Penyajian Benda-benda Tiga Dimensi

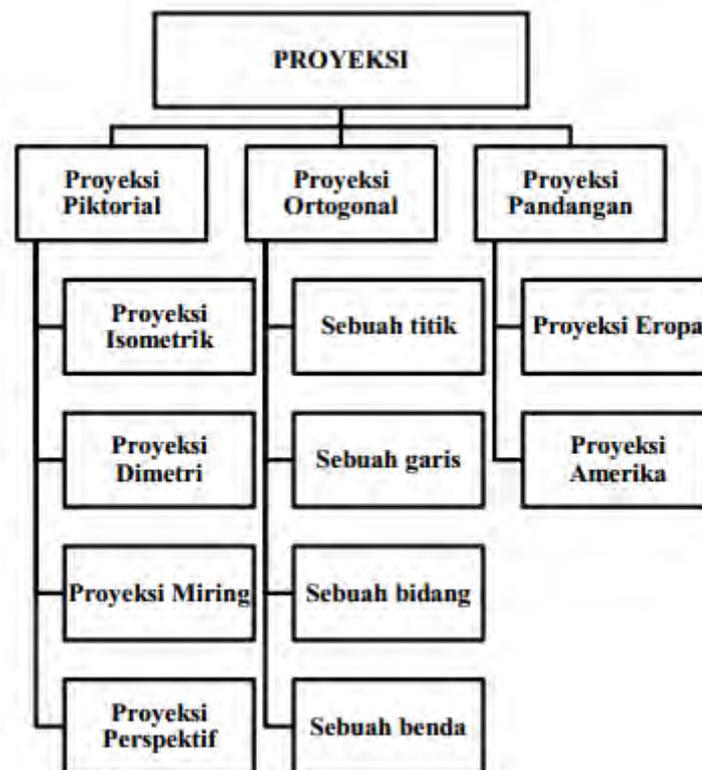
a. Tujuan Pembelajaran 1

Setelah mempelajari bagian ini diharapkan peserta didik dapat :

1. Menyajikan benda-benda tiga dimensi dengan beberapa macam proyeksi.
2. Menyajikan gambar kerja berdasarkan aturan-aturan dasar penyajian pandangan.
3. Menyajikan gambar kerja potongan

b. Uraian materi 1

- **Gambar Proyeksi**

Proyeksi merupakan cara penggambaran suatu benda, titik, garis, bidang, benda ataupun pandangan suatu benda terhadap suatu bidang gambar. Proyeksi piktorial/pandangan tunggal adalah cara penyajian suatu gambar tiga dimensi terhadap bidang dua dimensi. Sedangkan proyeksi ortogonal merupakan cara pemproyeksian yang bidang proyeksinya mempunyai sudut tegak lurus terhadap proyektornya. Secara umum proyeksi dapat dilihat pada Gambar .

Gambar 4.1. grafik pembagian proyeksi

Proyeksi Piktorial (Posisi Benda)

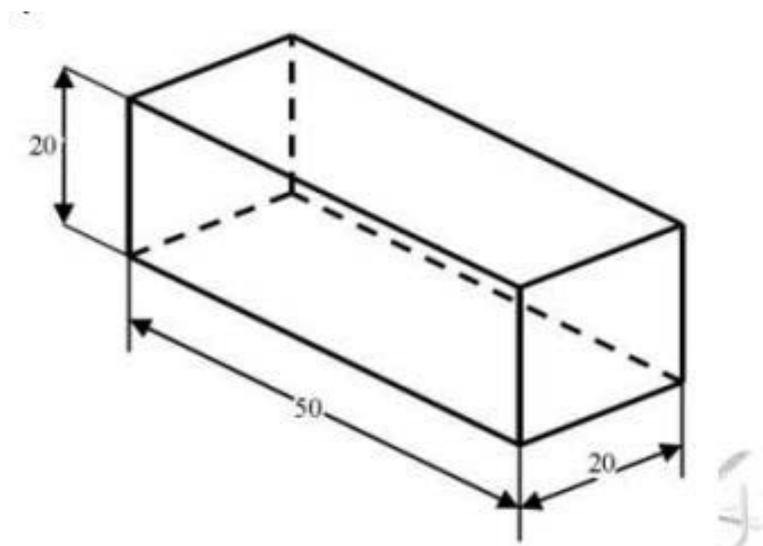
Untuk menampilkan gambar-gambar tiga dimensi pada sebuah bidang dua dimensi, dapat dilakukan dengan beberapa macam cara proyeksi sesuai dengan aturan menggambar. Beberapa macam cara proyeksi antara lain:

1. **Proyeksi Isometrik**

   Untuk mendapatkan sedikit gambaran mengenai bentuk benda yang sebenarnya pada umumnya dibuat gambar isometri, dimetri dan trimetri, dari proyeksi aksonometrinya. Pada proyeksi aksonometri tidak terdapat panjang sisi yang sebenarnya dari benda yang bersangkutan. Oleh karena itu, penggambarannya memakan waktu. Di pihak lain gambar isometri, dimetri atau trimetri setidaknya satu sisi merupakan panjang sisi yang benar. Pada gambar isometri panjang garis pada sumbu-sumbu isometri menggambarkan panjang yang sebenarnya. Karena itu penggambarannya sangat sederhana, dan banyak dipakai untuk membuat gambar satu pandangan. Gambar isometri dapat menyajikan benda dengan tepat dan memerlukan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan cara proyeksi yang lain.

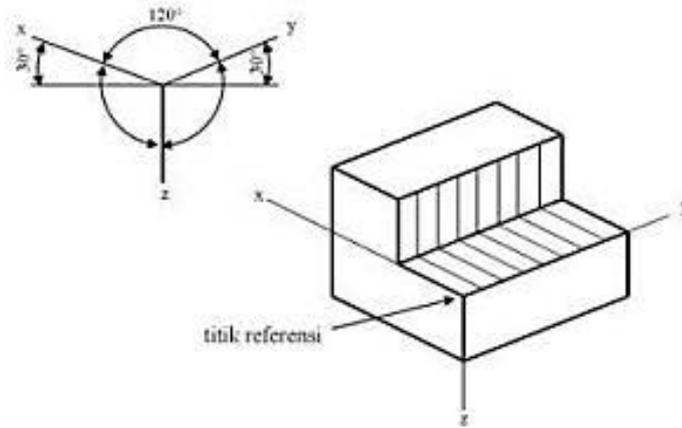
   - Ciri pada sumbu

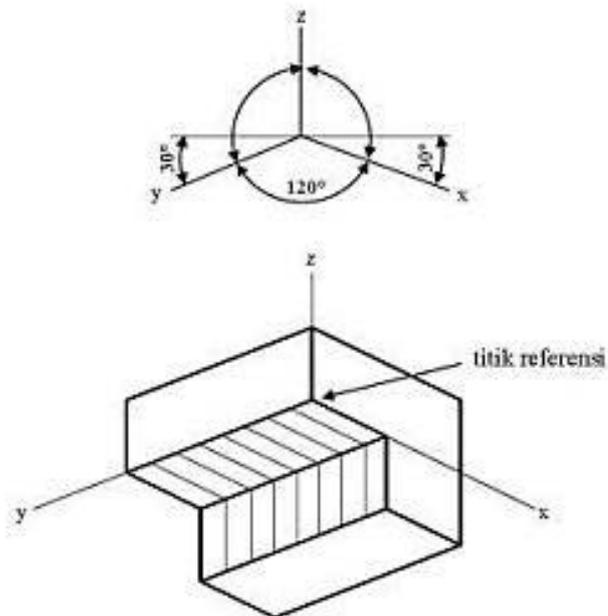
     Sumbu x dan sumbu y mempunyai sudut 30° terhadap garis mendatar.
     Sudut antara sumbu satu dengan sumbu lainnya 120°.
   - Ciri pada ukurannya

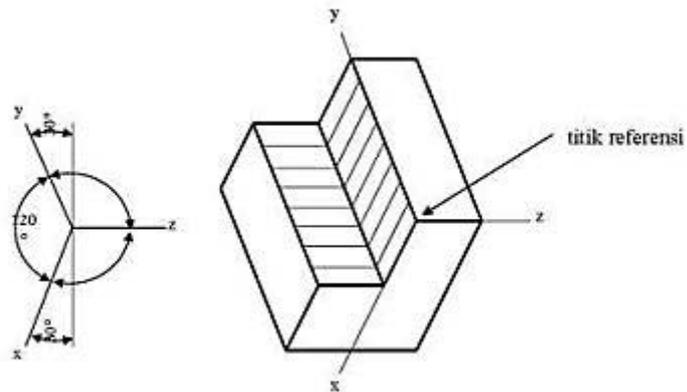
     Panjang gambar pada masing-masing sumbu sama dengan panjang benda yang digambarnya

Gambar 4.2. Proyeksi Isometri

a) Penyajian Proyeksi Isometri

Penyajian gambar dengan proyeksi isometri dapat dilakukan dengan beberapa posisi (kedudukan), yaitu posisi normal, terbalik, dan horisontal.

1). Proyeksi isometri dengan posisi normal, contoh :

Gambar 4.3. Proyeksi Isometri dengan posisi normal

2). Proyeksi isometri dengan posisi terbalik, contoh :

Gambar 4.4. Proyeksi Isometri dengan posisi terbalik

3). Proyeksi isometri dengan posisi horizontal, contoh :

Gambar 4.5 Proyeksi isometri dengan posisi horizontal

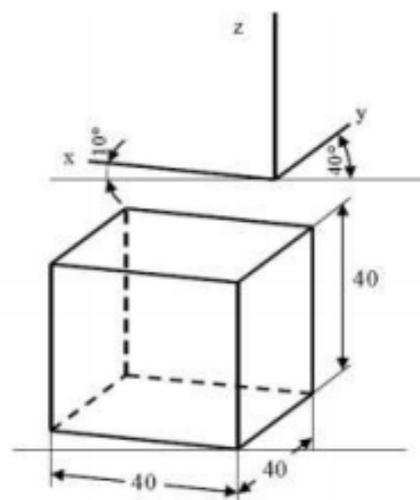
2. Proyeksi Dimetri

Proyeksi pada gambar dimana skala perpendekan dari dua sisi dan dua sudut dengan garis horizontal sama, disebut proyeksi dimetri. Pada proyeksi dimetri terdapat beberapa ciri dan ketentuan yang perlu diketahui, ciri dan ketentuan tersebut antara lain:

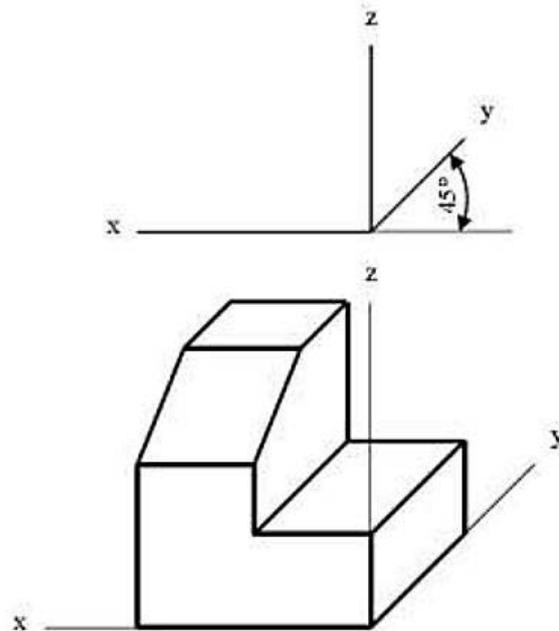
- Ciri pada sumbu

  Pada sumbu x mempunyai sudut 10°, sedangkan pada sumbu y mempunyai sudut 40°.

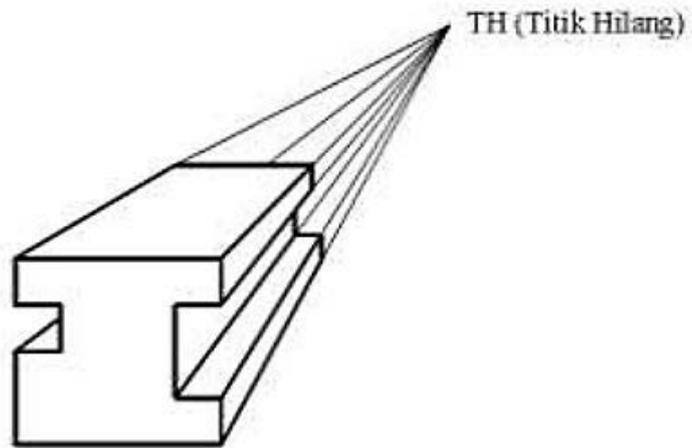
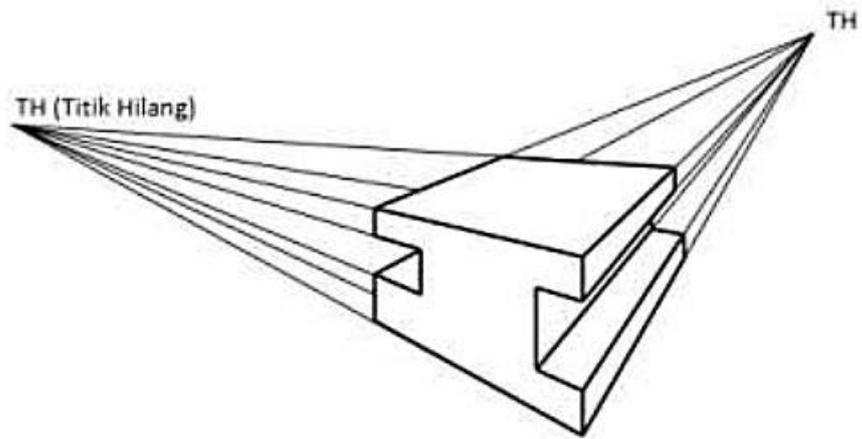
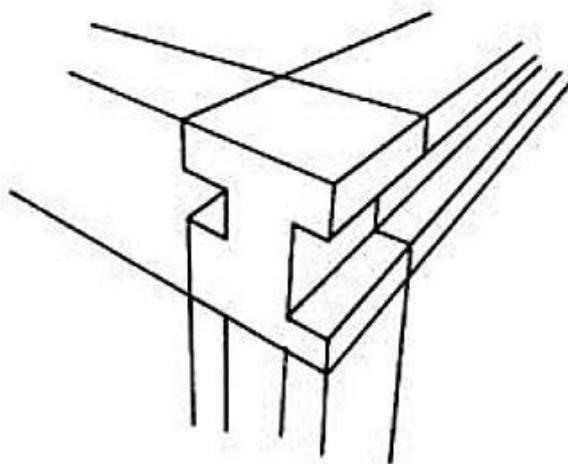
- Ketentuan ukuran

  Perbandingan skala ukuran pada sumbu x = 1 : 1, dan skala pada sumbu y = 1 : 2, sedangkan pada sumbu z = 1 : 1 Contoh :

Gambar 4.6 Proyeksi Dimetri

3. **Proyeksi Miring**

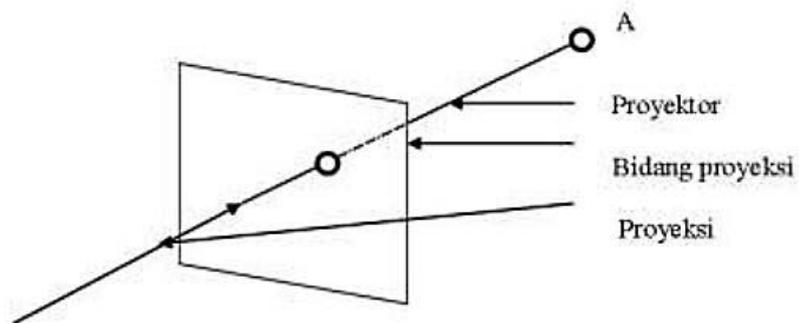
Pada proyeksi miring, sumbu x berhimpit dengan garis horisontal/mendatar dan sumbu y mempunyai sudut 45° dengan garis mendatar. Skala pada proyeksi miring sama dengan skala pada proyeksi dimetri, yaitu skala pada sumbu x = 1 : 1, dan pada sumbu y = 1 : 2, sedangkan pada sumbu z = 1 : 1.

Gambar 4.7. Proyeksi Miring

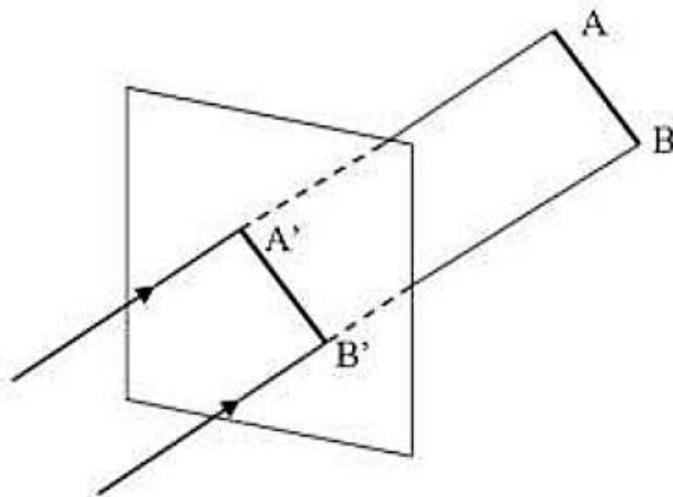
4. **Gambar Perspektif**

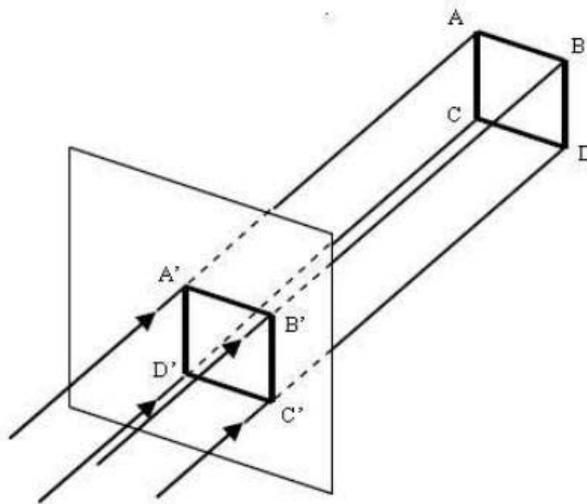
Jika antara benda dan titik penglihatan tetap diletakkan sebuah bidang vertikal atau bidang gambar, maka pada bidang gambar ini akan terbentuk bayangan dari benda tadi. Bayangan ini disebut gambar perspektif. Gambar perspektif adalah gambar yang serupa dengan gambar benda yang dilihat dengan mata biasa dan banyak dipergunakan dalam bidang arsitektur. Ini merupakan gambar pandangan tunggal yang terbaik, tetapi cara penggambarannya sangat sulit dan rumit dari pada cara-cara gambar yang lain. Untuk gambar teknik dengan bagian-bagian yang rumit dan kecil tidak menguntungkan, oleh karenanya jarang sekali dipakai dalam gambar teknik mesin. Dalam gambar perspektif garis-garis sejajar pada benda bertemu di satu sisi dalam ruang, yang dinamakan titik hilang. Ada tiga macam gambar perspektif, seperti perspektif satu titik (perspektif sejajar), perspektif dua titik (perspektif sudut), dan perspektif tiga titik (perspektif miring).

Gambar 4.8. Perspektif satu titik

Gambar 4.9. Perspektif dua titik (Perspektif sudut)

Gambar 4.10. Perspektif tiga titik (Perspektif miring)

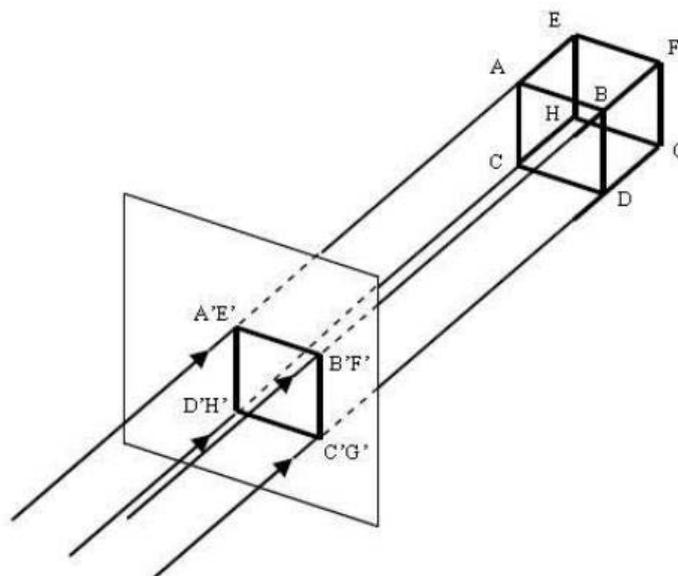
5. Proyeksi Ortogonal

Proyeksi ortogonal adalah gambar proyeksi yang bidang proyeksinya mempunyai sudut tegak lurus terhadap proyektornya. Garis-garis yang memproyeksikan benda terhadap bidang proyeksi disebut proyektor. Selain proyektor tegak lurus terhadap bidang proyeksinya juga proyektor-proyektor tersebut sejajar satu sama lain. Contoh-contoh proyeksi ortogonal dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

1. Proyeksi ortogonal dari sebuah titik

Gambar 4.11. Proyeksi Ortogonal Dari Sebuah Titik

2. Proyeksi ortogonal dari sebuah garis

Gambar 4.12 Proyeksi ortogonal dari sebuah garis

3. Proyeksi ortogonal dari sebuah bidang

Gambar 4.13 Proyeksi ortogonal dari sebuah bidang

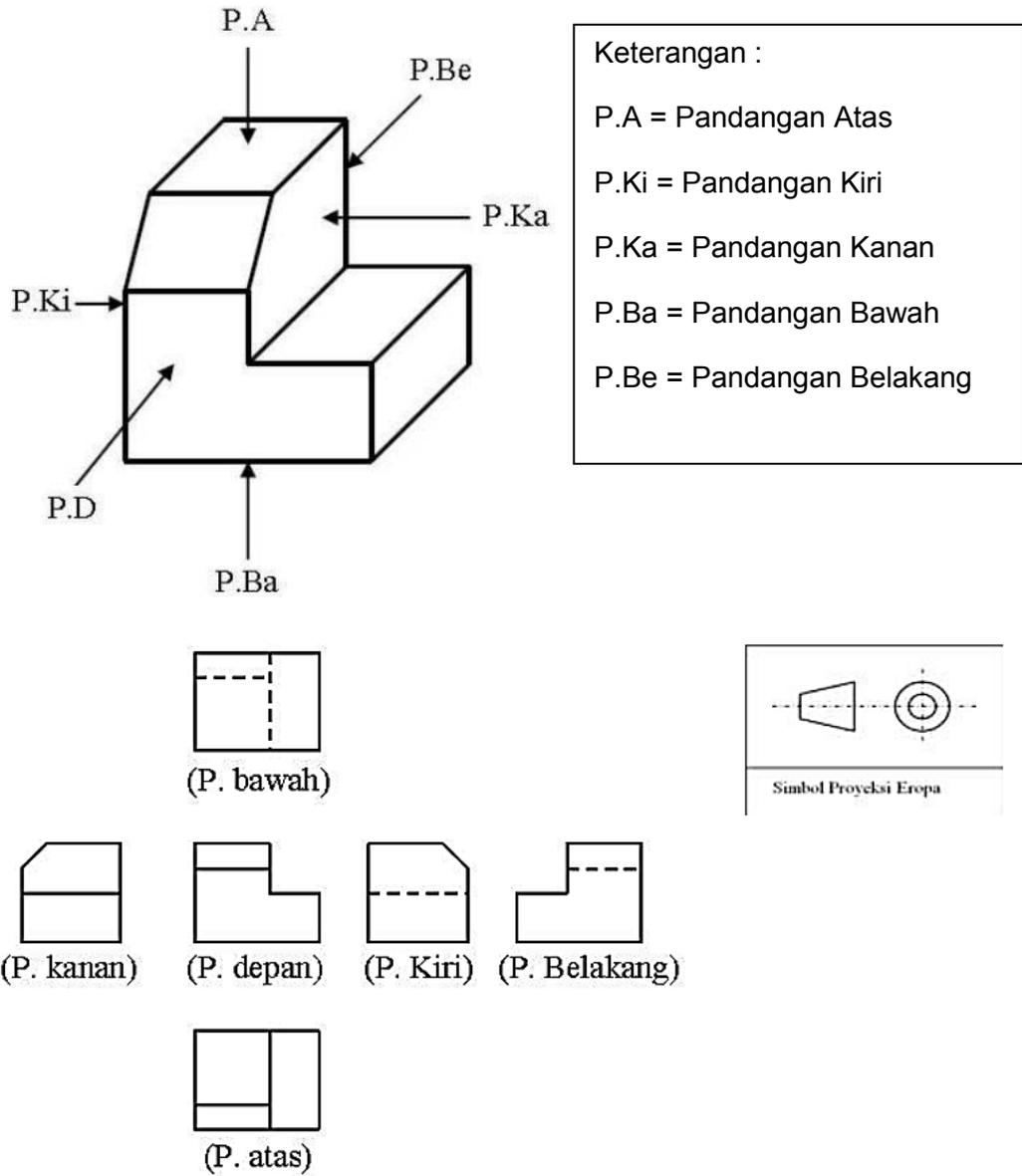
4. Proyeksi ortogonal dari sebuah benda

Gambar 4. 14 Proyeksi Ortogonal Dari Sebuah Benda

Proyeksi Pandangan

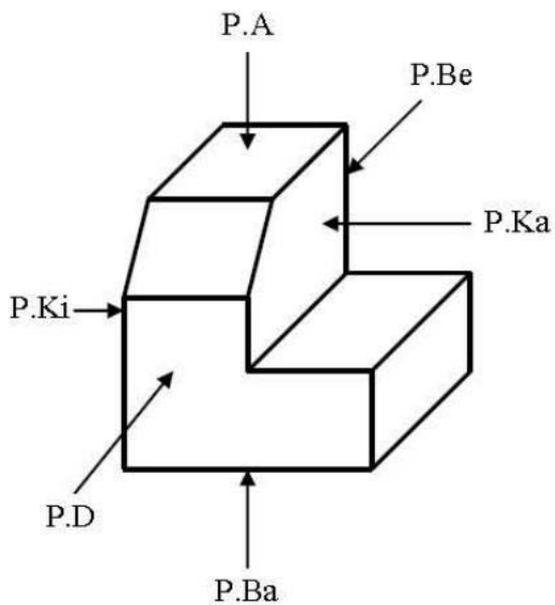
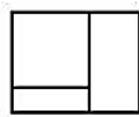
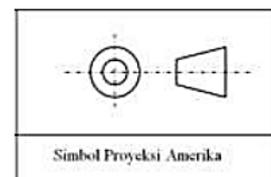
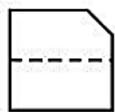
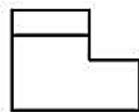
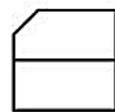
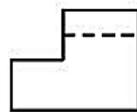
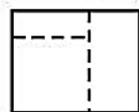
Proyeksi Eropa dan Amerika merupakan proyeksi yang digunakan untuk memproyeksikan pandangan dari sebuah gambar tiga dimensi terhadap bidang dua dimensi.

1. Proyeksi Eropa

Proyeksi Eropa disebut juga proyeksi sudut pertama, juga ada yang menyebutkan proyeksi kuadran I, perbedaan sebutan ini tergantung dari

masing pengarang buku yang menjadi refrensi. Dapat dikatakan bahwa Proyeksi Eropa ini merupakan proyeksi yang letak bidangnya terbalik dengan arah pandangannya

Gambar 4. 15 Proyeksi Eropa

2. Proyeksi Amerika

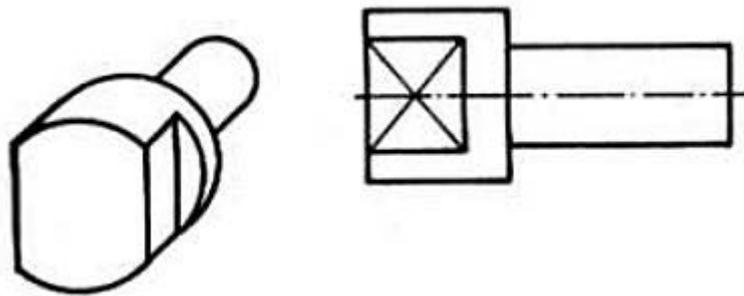
Proyeksi Amerika dikatakan juga proyeksi sudut ketiga dan juga ada yang menyebutkan proyeksi kuadran III. Proyekasi Amerika merupakan proyeksi yang letak bidangnya sama dengan arah pandangannya

Gambar 4. 16 Proyeksi Amerika

- **Aturan-aturan Dasar untuk Penyajian Gambar kerja**

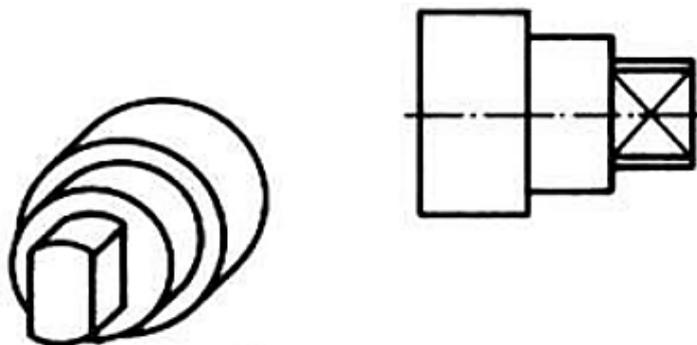
1. **Penentuan Pandangan**

   Untuk menggambar pandangan-pandangan sebuah benda, pandangan depan benda dianggap sebagai gambar pokok. Tetapi pada gambar kerja, jumlah pandangan harus dibatasi seperlunya, yang dapat memberikan bentuk benda secara lengkap. Pandangan depan harus dipilih demikian rupa sehingga dapat memberikan bentuk atau fungsi benda secara umum, dan jika pandangan depan ini belum dapat memberikan bentuk atau fungsi benda secara umum dan jika pandangan depan ini belum dapat memberikan gambaran cukup dari pada be nda tadi, pandangan-pandangan tambahan seperti misalnya pandangan atas, pandangan kanan, dsb. Dapat ditambahkan.

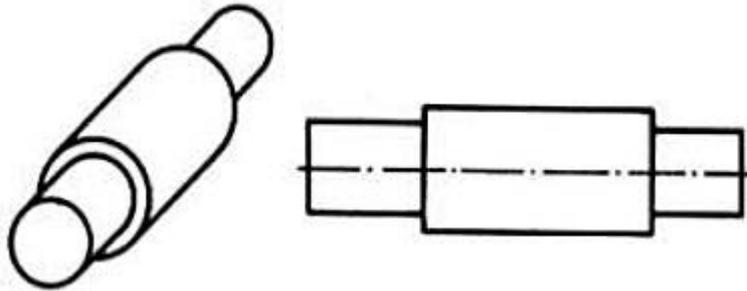
   1. **Pemilihan Pandangan Depan**

      Pandangan suatu benda yang memberikan informasi terbanyak, dinyatakan sebagai pandangan utama atau pandangan depan.

Gambar 4. 17 Pemilihan Pandangan

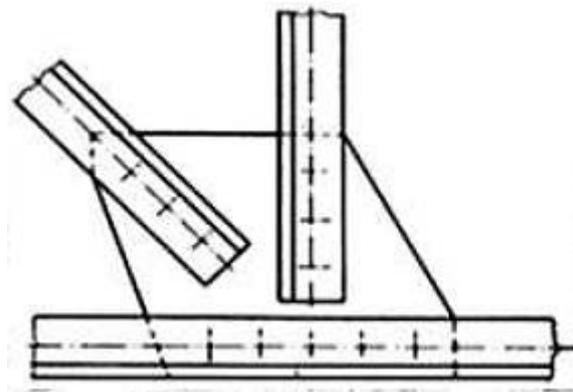
   2. **Jumlah Pandangan**

      Jumlah pandangan (termasuk potongan) yang dibutuhkan disesuaikan dengan keperluan tanpa dapat menimbulkan keraguan, misalnya untuk benda silindris dengan bentuk yang sederhana cukup digambar satu pandangan.

Gambar 4. 18 Jumlah Pandangan

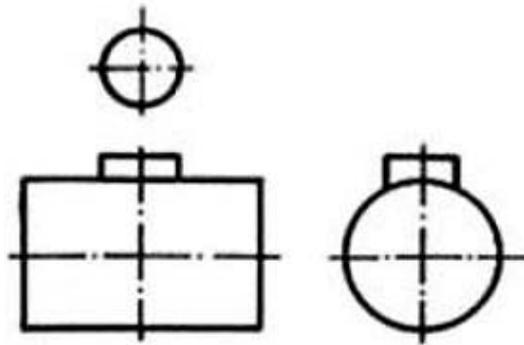
3. Posisi Gambar

Posisi gambar, terutama pandangan depan harus digambarkan sesuai dengan kedudukan utama saat dibuat.

Gambar 4. 19 Posisi Gambar

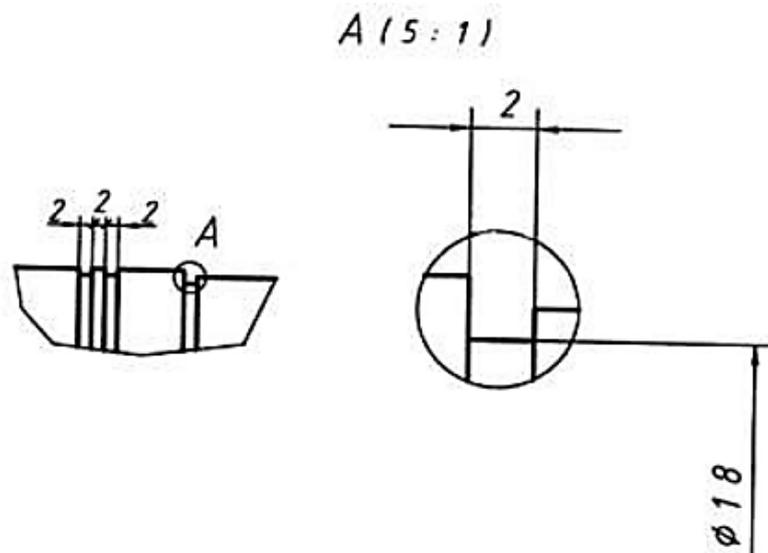
2. Pandangan Sebagian

Kadang-kadang suatu benda tidak perlu digambar secara lengkap. Dalam hal demikian hanya bagian yang ingin diperlihatkan dibuatkan gambarnya. Bagian ini dibatasi dengan garis tipis kontinu bebas. Artinya garisditarik tanpa bantuan alat gambar. Pandangan sebagian dapat digunakan apabila pandangan lengkap tidak dapat memberikan kejelasan informasi yang diperlukan.

Gambar 4. 20 Pandangan Sebagian

3. Pandangan Setempat

Di samping gambar pandangan sebagian ini, masih terdapat gambar pandangan yang lebih sempit, yaitu pandangan setempat. Apabila cara penyajian dapat dilakukan tanpa menimbulkan keraguan, maka diperbolehkan memberikan pandangan setempat, sebagai ganti pandangan utuh untuk benda simetri. Pandangan setempat harus digambarkan dengan metode proyeksi sudut ketiga, tidak bergantung pada cara penyajian yang dipakai pada gambar.

Gambar 4. 21 Pandangan Setempat

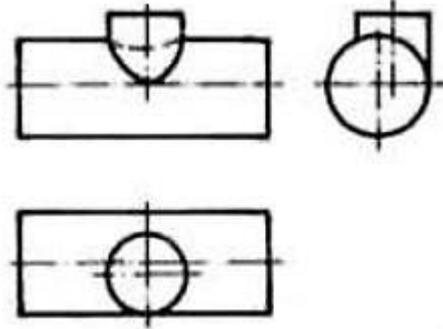
4. Pandangan Detail

Dalam hal-hal dimana bagian dari benda begitu kecil, sehingga tidak dapat digambarkan atau diberi ukuran dengan baik, bagian tersebut dapat digambar secara mendetail dengan skala pembesaran. Seperti terlihat pada gambar 2.22 bagian poros yang akan dibesarkan dilingkari dan ditandai dengan huruf besar A. bagian ini kemudian digambar di tempat lain disertai dengan tandanya dan skalanya

Gambar 4. 22 Pandangan Detail

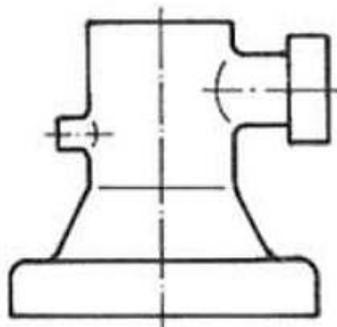
5. Penggambaran Khusus

Di samping gambar-gambar yang dihasilkan dengan cara proyeksi ortogonal biasa, terdapat juga cara-cara khusus untuk lebih jelasnya gambar atau untuk penyederhanaan.

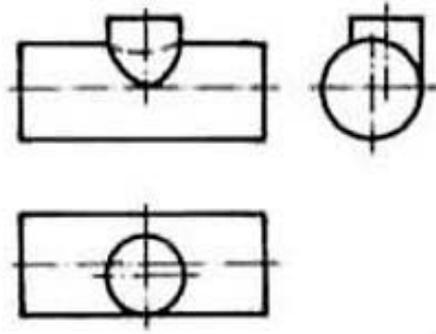
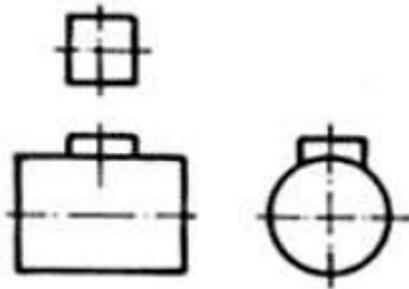
2. Perpotongan yang Sebenarnya

Perpotongan geometri sebenarnya bila tampak sebenarnya harus digambarkan dengan garis tebal kontinyu, apabila terhalang, diga mbarkan dengan garis putus–putus.

Gambar 4. 23 Garis Perpotongan yang Sebenarnya

3. Perpotongan Maya

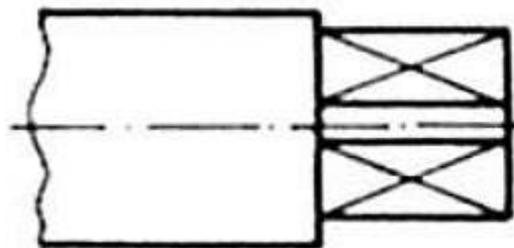
Garis perpotongan maya (misalnya pada rusuk atau sudut yang membulat, ditandai dalam pandangan dengan garis tipis kontinyu, tidak menyentuh garis tepi.

Gambar 4. 24 Garis Perpotongan Maya

4. Penggambaran Perpotongan yang Disederhanakan

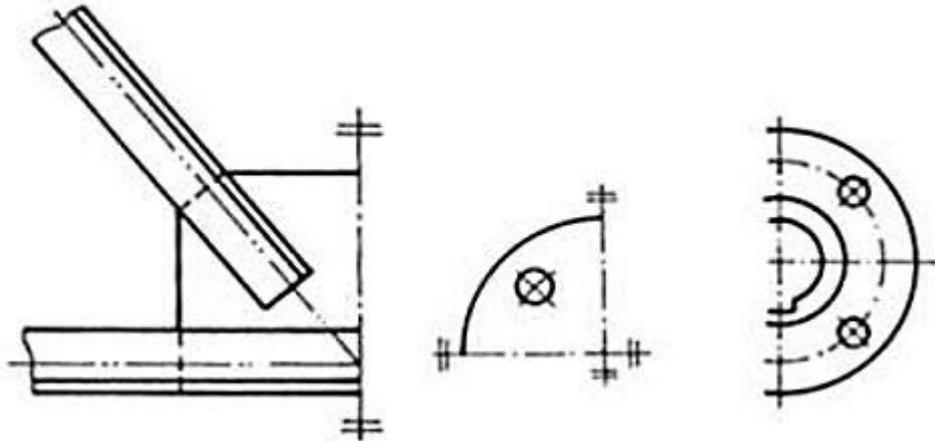
Pengambaran perpotongan geometrik sesungguhnya yang disederhanakan atau garis perpotongan maya dapat diberlakukan pada perpotongan:

Gambar 4. 25 Perpotongan Dua Silinder

Gambar 4. 26 Perpotongan Silinder Dengan Prisma Segi Empat

Catatan: Penggambaran perpotongan yang diserhanakan harus dihindari, apabila hal itu mempengaruhi pengertian gambar, misalnya pada gambar bentangan.

5. Ujung Poros Berpenampang Bujursangkar

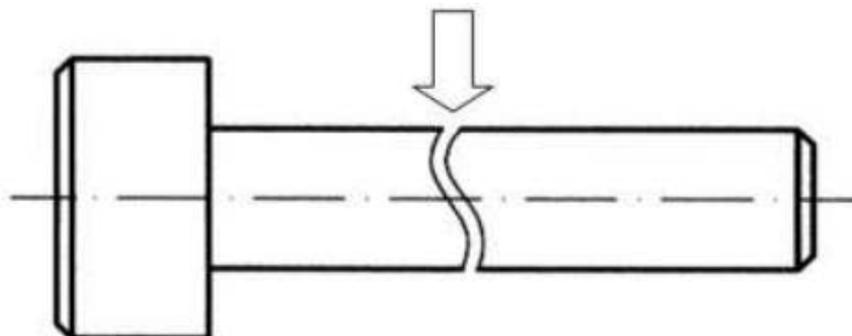
Untuk menghindari pernggambaran pandangan atau potongan tambahan, ujung poros berpenampang bujursangkar, dapat ditunjukan dengan diagonal, dibuat dari garis tipis kontinyu.

Gambar 4.27 Ujung Poros Berpenampang Bujur Sangkar

6. **Pandangan Benda–Benda Simetri**

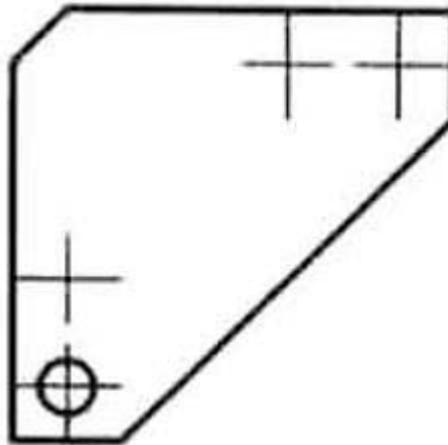
Untuk menghemat waktu dan ruang, suatu objek simetri dapat digambar sebagian saja. Garis simetri ditunjukan dengan dua garis pendek sejajar pada ujungnya, yang digambarkan dengan tegak lurus pada garis sumbu. Cara lain adalah dengan menggambarkan garis–garis gambar pada benda tersebut sedikit melewati sumbu–sumbu simetri. Dalam hal ini, garis pendek sejajar dapat ditinggalkan

Gambar 4.28 Pandangan Benda Simetri yang Tidak Digambar Penuh

Catatan: Pemakaian dalam praktik, kehati–hatian diperlukan untuk untuk menggambarkan benda dengan cara ini, agar tidak menimbulkan salah penafsiran.

7. **Pandangan yang Terselang (Diperpendek)**

Untuk menghemat ruangan, suatu benda yang panjang dapat digambarkan sebagian dengan memotongnya. Batas pemotongan bagian-bagian ini digambarkan berdekatan satu dengan yang lain, menggunakan garis tipis kontinyu bergelombang.

Gambar 4. 29 Gambar yang Diperpendek

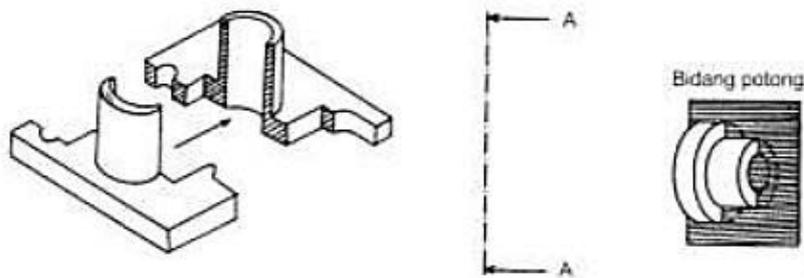
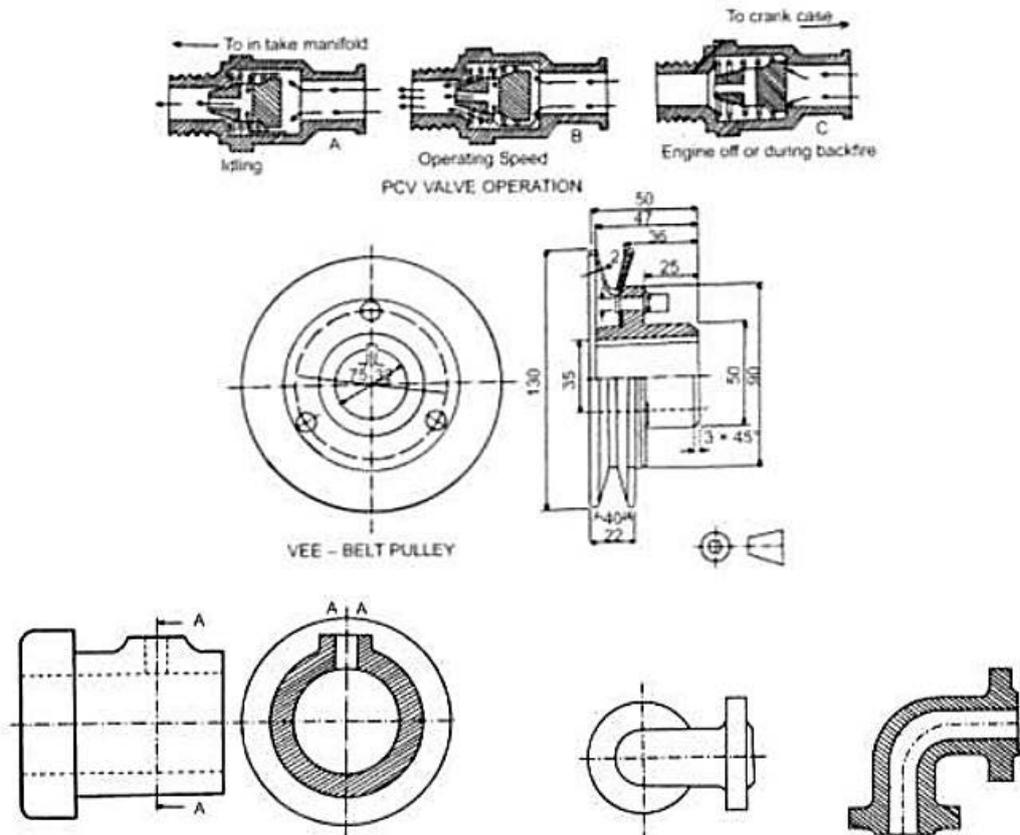
8. **Penggambaran Bagian yang Berulang**

Apabila dalam suatu gambar terdapat beberapa bagian gambar yang mempunyai bentuk dan ukuran sama, cara penggambarannya dapat disederhanakan dengan menggambarkan satu bagian yang berulang. Walaupun demikian, jumlah, macam dan letak bagian berulang harus ditunjukkan.

Gambar 4. 30 Penggambaran Bagian yang Berulang

- **Potongan (Irisan)**

1. **Penyajian Potongan, Letak Potongan dan Garis Potong**

Tidak jarang ditemui benda-benda dengan rongga-rongga didalamnya. Untuk menggambarkan bagian-bagian ini dipergunakan garis gores yang menyatakan garis-garis tersembunyi. Jika hal ini dilaksanakan secara taat asas, maka akan dihasilkan sebuah gambar yang rumit sekali dan susah dimengerti. Bayangkan saja jika sebuah lemari roda gigi harus digambar secara lengkap! Untuk mendapatkan gambaran dari bagian-bagian yang tersembunyi ini, bagian yang menutupi dibuang. Gambar demikian disebut gambar potongan, atau disingkat saja dengan potongan. Gambar pada gambar 4.31 memperlihatkan sebuah benda dengan bagian yang tidak kelihatan. Bagian ini dapat dinyatakan dengan garis gores. Jika benda ini dipotong, maka bentuk dalamnya akan lebih jelas lagi. Gambar memperlihatkan cara memotongnya dan gambar sisa bagian benda setelah benda yang menutupi disingkirkan. Gambar sisa ini diproyeksikan ke bidang potong, dan hasilnya disebut potongan. Gambarnya diselesaikan dengan garis tebal.

Dalam hal-hal tertentu bagian-bagian yang terletak di belakang potongan ini tidak perlu digambar. Hanya jika bagian ini diperlukan, maka bagian di belakang potongan ini digambar dengan garis gores.

Gambar 4. 31 Penjelasan Mengenai Potongan

Gambar 4. 32 Contoh Gambar Potongan

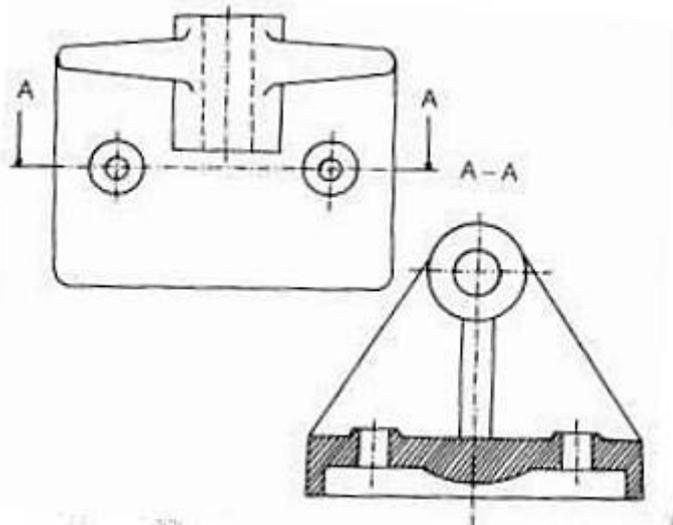
Apabila gambarnya tampak jelas, maka letak bidang potongnya tidak perlu pejelasan. Akan tetapi, apabila gambar tidak tampak jelas perlu penjelasan dengan memperlihatkan bidang potongnya. Caranya dengan menunjukan letak potongan dan garis potongan pada gambar proyeksi yaitu dinyatakan dengan garis potong.

- Ciri-ciri garis potong adalah sebagai berikut:

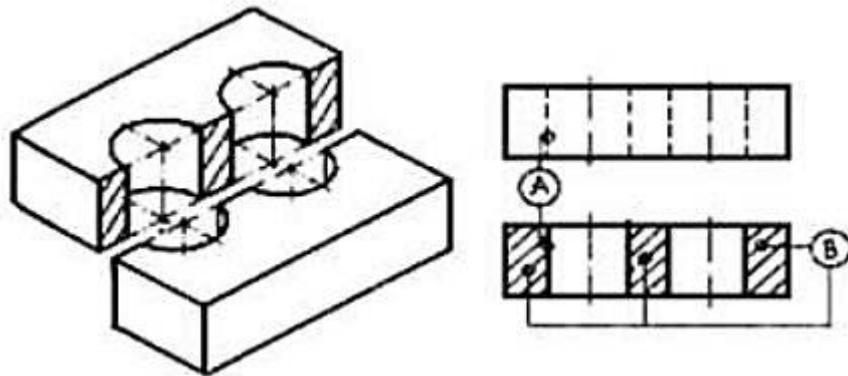
  Garis potong digambar dengan garis sumbu yang ujungnya dipertebal.

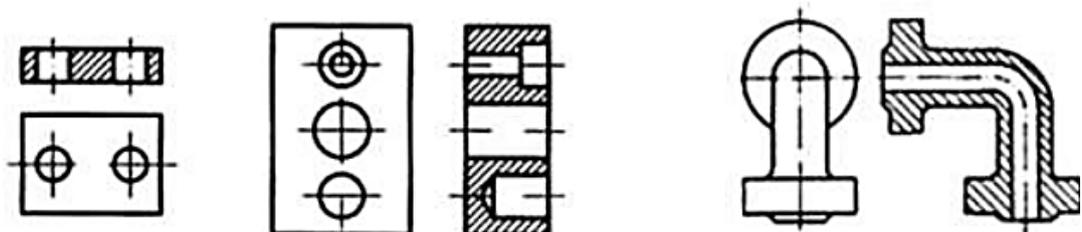
  Garis yang dipertebal juga terdapat pada garis potong yang berubah arah.

  Terdapat tanda dengan huruf besar pada ujung-ujung garis.

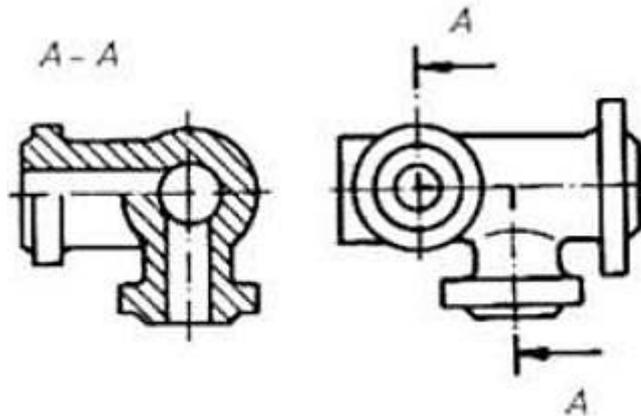
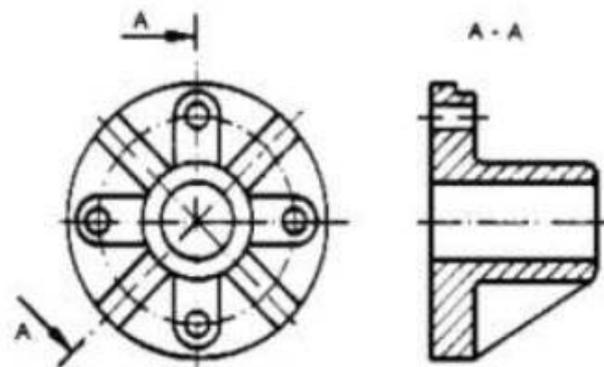
  Anak panah sebagai petunjuk arah penglihatan.

Gambar 4. 33 Garis Potong

2. Potongan dalam Satu Bidang

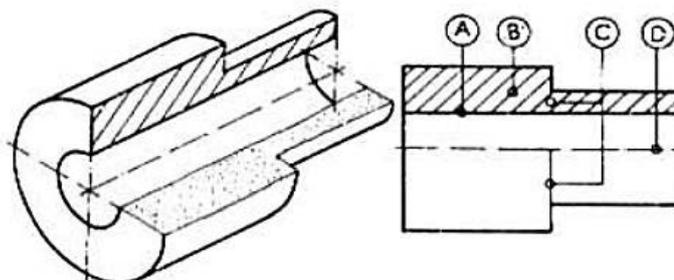
Potongan dalam satu bidang bisa disebut juga dengan potongan penuh.

Gambar 4. 34 Terjadinya Potongan Penuh

Catatan: Apabila digambar dengan pandangan lain, maka gambar pandangan tersebut tetap utuh (proyeksi yang tidak dipotong), seperti diperlihatkan pada gambar. Perubahan garis dari gambar pandangan ke gambar potongan diperlihatkan oleh A. Bagian pejal yang terpotong diberi garis arsir B.

Gambar 4. 35 Potongan Seluruh Dengan Pandangannya

3. **Potongan dalam Lebih dari Satu Bidang**

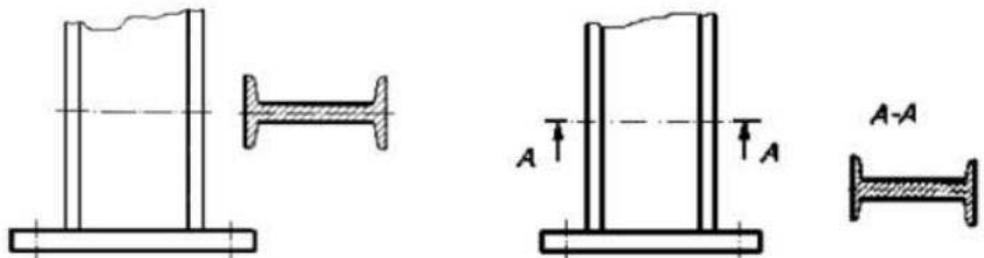
Potongan dalam lebih dari satu bidang adalah menggambar potongan benda dengan menyederhanakan gambar dan penghematan waktu dalam beberapa bidang sejajar yang tidak dalam satu bidang.

Gambar 4. 36 Potongan Lebih dari Satu Bidang

Gambar 4. 37 Potongan Dengan Dua Bidang Menyudut

4. **Potongan Setengah/Separuh**

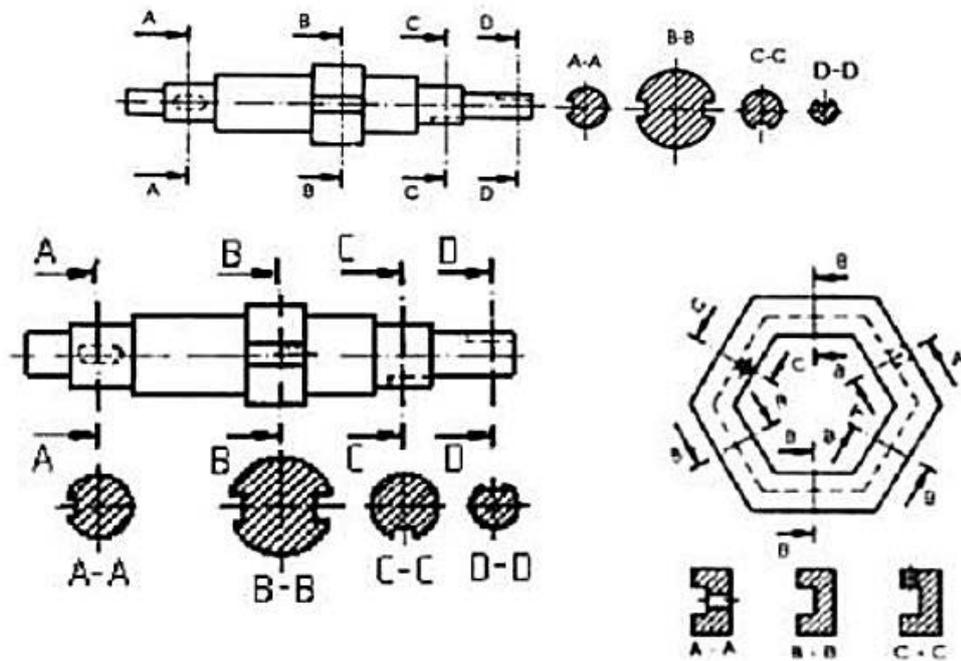
Bagian-bagian simetrik dapat digambar setengahnya sebagai gambar potongan dan setengahnya lagi sebagai pandangan (Gambar 2.37). Dalam gambar ini garis-garis yang tersembunyi tidak perlu digambar garis gores lagi karena sudah jelas pada gambar potongan.

Gambar 4. 38 Potongan Setengah/Separuh

5. Potongan yang Diputar di Tempat atau Dipindahkan

Bagian-bagian benda tertentu seperti misalnya ruji-ruji roda, tugas, peleg, rusuk penguat, kait dsb, penampangnya dapat digambarkan setempat (Gambar 4.39), atau setelah potongannya diputar kemudian dipindahkan ke tempat lain (Gambar 4.40). Ada perbedaan sedikit antara kedua gambar tersebut yaitu yang pertama digambar dengan garis tipis, sedangkan yang kedua dengan garis tebal biasa.

Gambar 4. 39 Potongan yang Diputar di Tempat

Gambar 4. 40 Potongan Diputar dan Dipindahkan

6. Susunan Potongan-potongan Berurutan

Potongan-potongan berurutan dapat disusun pada Gambar 4.41. Hal ini diperlukan untuk memberi ukuran atau alasan lain. Potongan-potongan pada gambar semuanya terletak pada sumbu utama dan pada gambar masing-masing terletak di bawah garis potongnya.

Gambar 4. 41 Berbagai Contoh Potongan Berurutan

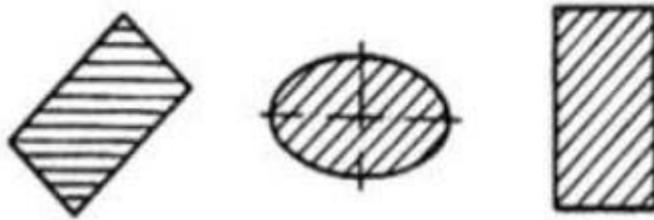
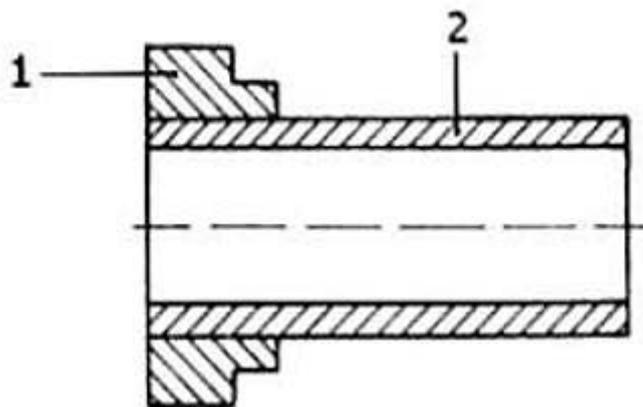
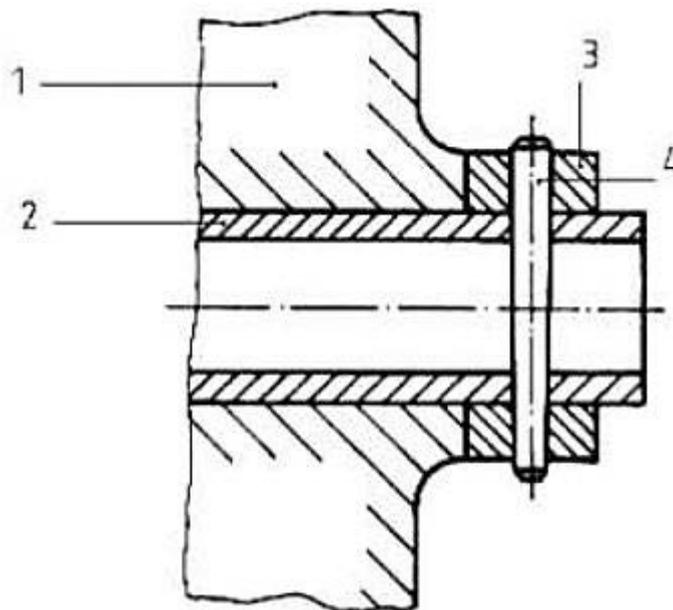
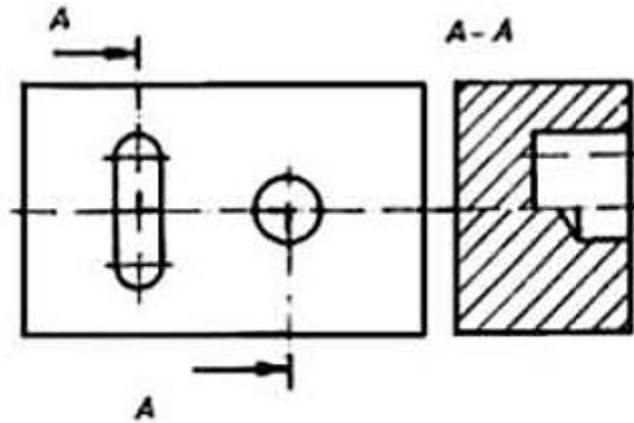
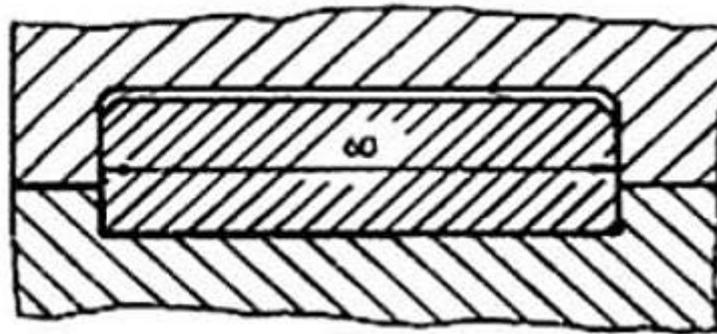
7. **Penampang-penampang Tipis**

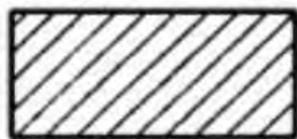
   Penampang-penampang tipis, seperti misalnya benda-benda yang terbuat dari plat, baja profil, dsb atau paking dapat digambar dengan garis tebal, atau seluruhnya dihitamkan. Jika bagian-bagian demikian terletak berdampingan, bagian yang berbatasan dibiarkan putih.

Gambar 4. 42 Potongan Benda Tipi

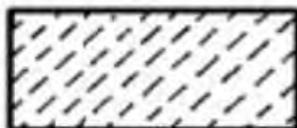
- **Arsir**

Untuk membedakan gambar potongan dari gambar pandangan, dipergunakan arsir, yaitu garis-garis tipis miring. Kemiringan garis arsir adalah 45°terhadap suatu sumbu atau terhadap garis gambar (Gambar 4.43). Jarak garis-garis arsir disesuaikan dengan besarnya gambar. Bagian-bagian potongan yang terpisah diarsir dengan sudut yang sama. Arsiran dari bagian-bagian yang berdampingan harus dibedakan sudutnya, agar jelas (Gambar 4.44). Penampang-penampang yang luas dapat diarsir secara terbatas, yaitu hanya pada kelilingnya saja (Gambar 4.45). Potongan-potongan sejajar dari benda yang sama yang terdapat pada

potongan meloncat diarsir serupa, tetapi dapat juga digeser jika dipandang perlu (Gambar 4.46). Garis-garis arsir dapat dihilangkan untuk menulis huruf atau angka, jika hal ini tidak dapat dilakukan di luar daerah arsir (Gambar 4.47).

Gambar 4. 43 Arsir

Gambar 4. 44 Arsir dari Bagian-bagian yang Berdampingan

Gambar 4. 45 Arsir Bidang yang Luas

Gambar 4. 46 Arsir pada Potongan Sejajar

Gambar 4. 47 Arsir dan Angka

Apabila arsiran dengan bentuk yang berbeda, arti arsiran di sini harus ditunjukkan dengan jelas pada gambar atau dengan menunjukan standar tertentu yang dipakai, lihat gambar:

Besi, Besi Tuang, Kuningan, Baja Tuang, Perunggu, Alumunium, dan yang sejenisnya.

Timah, Logam Putih, Seng dan yang sejenisnya.

Bahan isolasi dan bahan sintetis.

Batu, Porselen, keramik, Kerikil, dan yang sejenisnya.

Gambar 4. 48 Arsiran untuk Macam-macam Bahan

Rangkuman 4

1. Proyeksi merupakan cara penggambaran suatu benda, titik, garis, bidang, benda ataupun pandangan suatu benda terhadap suatu bidang gambar.

2. Proyeksi piktorial/pandangan tunggal adalah cara penyajian suatu gambar tiga dimensi terhadap bidang dua dimensi.

3. Proyeksi ortogonal merupakan cara pemproyeksian yang bidang proyeksinya mempunyaisudut tegak lurus terhadap proyektornya.

4. Pada gambar isometri panjang garis pada sumbu-sumbu isometri menggambarkan panjang yang sebenarnya. Gambar isometri dapat menyajikan benda dengan tepat dan memerlukan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan cara proyeksi yang lain.

Ciri pada sumbu

- Sumbu x dan sumbu y mempunyai sudut 30° terhadap garis mendatar.
- Sudut antara sumbu satu dengan sumbu lainnya 120°.

Ciri pada ukurannya

Panjang gambar pada masing-masing sumbu sama dengan panjang benda yang digambarnya.

5. Proyeksi dimetri yaitu proyeksi pada gambar dimana skala perpendekan dari dua sisi dan dua sudut dengan garis horizontal sama. Pada proyeksi dimetri terdapat beberapa ciri dan ketentuan yang perlu diketahui, ciri dan ketentuan tersebut antara lain:

Ciri pada sumbu :Pada sumbu x mempunyai sudut 10°, sedangkan pada sumbu y mempunyai sudut 40°.

Ketentuan ukuran : Perbandingan skala ukuran pada sumbu x = 1 : 1, dan skala pada sumbu y = 1 : 2, sedangkan pada sumbu z = 1 : 1

6. Gambar perspektif yaitu bayangan yang terbentuk dari benda yang jika antara benda dan titik penglihatan tetap diletakkan sebuah bidang vertikal atau bidang gambar . Gambar perspektif adalah gambar yang serupa dengan gambar benda yang dilihat dengan mata biasa dan banyak dipergunakan dalam bidang arsitektur. Ada tiga macam gambar perspektif, seperti perspektif satu titik (perspektif sejajar), perspektif dua titik (perspektif sudut), dan perspektif tiga macam gambar perspektif, seperti perspektif satu titik (perspektif sejajar), perspektif dua titik (perspektif sudut), dan perspektif tiga titik (perspektif miring).

Rangkuman 4

7. Proyeksi ortogonal adalah gambar proyeksi yang bidang proyeksinya mempunyai sudut tegak lurus terhadap proyektornya. Berbagai macam proyeksi ortogonal antara lain: Proyeksi ortogonal dari sebuah titik, Proyeksi ortogonal dari sebuah garis, Proyeksi ortogonal dari sebuah bidang, Proyeksi ortogonal dari sebuah benda
8. Proyeksi Eropa dan Amerika merupakan proyeksi yang digunakan untuk memproyeksikan pandangan dari sebuah gambar tiga dimensi terhadap bidang dua dimensi. Proyeksi Eropa disebut juga proyeksi sudut pertama, juga ada yang menyebutkan proyeksi kuadran I. Proyeksi Amerika dikatakan juga proyeksi sudut ketiga dan juga ada yang menyebutkan proyeksi kuadran III.
9. Ada beberapa Aturan-aturan dasar dalam suatu penyajian Gambar kerja yang harus diperhatikan yaitu mengenai: Penentuan Pandanga, Pandangan Tambahan Pandangan Sebagian, Pandangan Setempa, Pandangan Detail
10. Gambar potongan yaitu gambar yang dibuat untuk mendapatkan gambaran dari bagian-bagian yang tersembunyi, bagian yang menutupi dibuang. Adapun dalam penggambaran gambar potongan memakai garis yang ciri-cirinya adalah sebagai berikut Garis potong digambar dengan garis sumbu yang ujungnya dipertebal, Garis yang dipertebal juga terdapat pada garis potong yang berubah arah. Terdapat tanda dengan huruf besar pada ujung-ujung garis. Anak panah sebagai petunjuk arah penglihatan.
11. Dalam penggambaran potongan terdapat macam-macam potongan antara lain:
    1. Potongan dalam Satu Bidang
    2. Potongan dalam Lebih dari Satu Bidang
    3. Potongan Separuh
    4. Potongan yang Diputar di Tempat atau Dipindahkan
12. Arsir yaitu garis-garis tipis miring untuk membedakan gambar potongan dari gambar

pandangan. Kemiringan garis arsir adalah 45° terhadap suatu sumbu atau terhadap garis

gambar.

d. Tugas 4

Carilah referensi tentang gambar proyeksi eropa dan amerika di format dalam bentuk fortopolio !

e. Tes Formatif 4

1. Sebutkan definisi arti dari Proyeksi **!**
2. Sebutkan definisi arti dari piktorial/pandangan tunggal !
3. Apa keuntungan dari gambar isometri dibandingkan dengan cara proyeksi lain?
4. Berikut ini adalah ciri gambar isometri:

   Ciri pada sumbu :

   - Sumbu x dan sumbu y mempunyai sudut 30° terhadap garis mendatar.
   - Sudut antara sumbu satu dengan sumbu lainnya 120°.

   Ciri pada ukurannya :

   - Panjang gambar pada masing-masing sumbu sama dengan panjang benda yang digambarnya. Bila suatu balok dengan ukuran panjang, lebar dan tinggi (x, y, z) berturut-turut adalah 45 X 30 X 24 cm akan digambar dengan proyeksi isometri dengan skala 1 : 2, berapakah ukuran panjang, lebar dan tinggi yang anda gambar?
5. Sebutkan definisi dari proyeksi Eropa dan Amreika yang anda ketahui !

f. Kunci jawaban formatif 4

1. Proyeksi adalah Cara penggambaran suatu benda, titik, garis, bidang, benda ataupun pandangan suatu benda terhadap suatu bidang gambar.
2. Proyeksi piktorial/pandangan tunggal adalah cara penyajian suatu gambar tiga dimensi terhadap bidang dua dimensi.
3. Dapat menyajikan benda dengan tepat dan memerlukan waktu yang lebih singkat
4. 22,5 X 15 X 12 cm
5. Proyeksi Eropa dan Amerika merupakan proyeksi yang digunakan untuk memproyeksikan pandangan dari sebuah gambar tiga dimensi terhadap bidang dua dimensi. Proyeksi Eropa disebut juga proyeksi sudut pertama, juga ada yang menyebutkan proyeksi kuadran I. Proyeksi Amerika dikatakan juga proyeksi sudut ketiga dan juga ada yang menyebutkan proyeksi kuadran III.

g. **Lembar Kerja 4**

Alat dan bahan :

1. Pensil …………………………………… 1 buah
2. Penggaris………………………………….. 1 set
3. Jangka…………………………………….. 1 buah
4. Kertas Kalkir A3 ………………………….. 1 buah
5. Busur derajat ……………………………… 1 buah
6. Rapido/ Pena gambar teknik…………….. 1 set

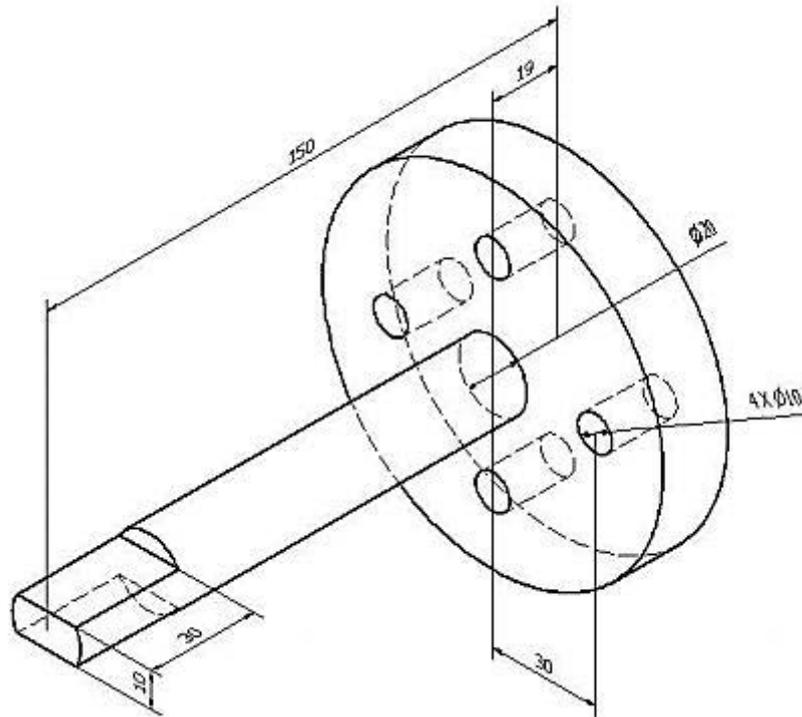
Kesehatan dan Keselamatan Kerja:

1. Berdo'alah sebelum memulai kegiatan belajar!
2. Bacalah dan pahami petunjuk praktikum pada setiap lembar kegiatan belajar!
3. Gunakanlah peralatan gambar dengan hati-hati!

Langkah Kerja :

Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan!

Dengar petunjuk dari guru !

1. Perhatikan gambar berikut, gambar kembali pada kertas A3 dengan skala 1 : 1, dengan pandangan **amerika**. Sajikan gambar tersebut berdasarkan aturan-aturan dasar penyajian pandangan

BAB III
EVALUASI

A. Attitudeskill

No.	Nama	Aspek Penilaian					Total nilai
		Penggalian informasi dari media	Kesesuaian materi	Menghargai pendapat orang lain	Bekerja sama dg orang lain	mengendali kan diri	
1							
2							

Kriteria penskoran :

Angka 3 : baik – aktif/logis rasional

Angka 2 : cukup

Angka 1 : kurang

Skor : Skor yang diperoleh x nilai maksimal = 100
skor maksimal

Contoh : $\frac{3 + 2 + 3 + 3 + 2}{15} \times 100 = \frac{13}{15} \times 100 = 87$

B. Kognitif skill

Pilihan Ganda

Jawablah pertanyaan pilihan ganda dibawah ini dengan baik dan benar, beri tanda (X) pada salah satu jawaban yang menurut Anda benar. Kerjakan secara individu tanpa ada kerjasama

1 Yang tidak termasuk pada alat-alat gambar teknik adalah…

a) pena
b) Pensil gambar
c) Jangka gambar
d) Papan gambar
e) Penghapus

2 Jenis pensil yang lunak dan hitam pekat merupakan kode huruf pensil…

a) B
b) F
c) H
d) HB
e) 2H

3 Pensil dengan kode huruf H menunjukan jenis pensil…

a) Hitam pekat
b) Keras
c) Lunak
d) Lembut
e) Sedang

4

Ada berapa macam pensil gambar teknik yang perlu diketahui?

a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
e) 5

5 Ukuran kertas gambar A3 adalah…

a) 841 x 1189 mm
b) 594 x 841 mm
c) 420 x 594 mm
d) 297 x 420 m
e) 210 x 297 mm

6 Golongan ukuran kertas 594 x 841mm adalah…

a) A0
b) A1
c) A2
d) A3
e) A4

7 Ukuran garis tepi untuk kertas A3 adalah…

a) 5 mm
b) 10 mm
c) 15 mm
d) 20 mm
e) 25 mm

8 berikut merupakan macam-macam garis pada gambar teknik, kecuali…

a) Garis bayangan
c) Garis gambar
e) Garis singgung

b) Garis continu d) Garis rencana

9 Berikut cara menggambar garis tipis yang baik adalah…

a)

b) .

c) .

d) .

e) .

10 Gambar dibawah ini adalah gambar garis…

a) Tebal kontinu c) Tebal tipis e) Sumbu

b) Tipis kontinu d) Tipis kontinu

11. Kepanjangan CAD adalah?
    a. *Computer added design*
    b. *Computer aided design*
    c. *Computer auto design*
    d. *Command added design*
    e. *Command auto design*

12. Perintah untuk membuat garis pada AutoCAD disebut?
    a. Line
    b. Polilyne
    c. Arc
    d. Hatch
    e. Copy
13. Gambar di samping merupakan tampilan dari tool
    a. Trim
    b. Chamfer
    c. Extend
    d. Offset
    e. Divide

14. Fungsi dari tool di samping adalah
    a. Menghapus objek
    b. Menggandakan objek
    c. Memotong objek
    d. Memutar objek

e. Memindahkan objek
f.

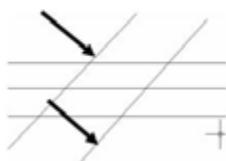
15. Fungsi dari tool di bawah ini adalah

a. Memindahkan objek
b. Memutar objek
c. Menghapus objek
d. Memotong objek
e. Merubah ukuran objek

16. Perintah yang digunakan untuk memperbesar atau memperkecil objek adalah :
a. Command : offset
b. Command : mirror
c. Command : scale
d. Command : copy
e. Command : move

17. Dimensi yang hanya digunakan untuk mengukur garis pada arah vertical dan horizontal adalah :
a. Linear
b. Angular
c. Aligned
d. Quick dimension
e. Continue

18. Perhatikan gambar di bawah ini, yang merupakan perintah extend adalah :

a.
b.
c.
d.
e.

19. menghilangkan garis yang ditunjuk oleh tanda panah pada gambar di samping, perintah apakah yang harus kita gunakan?
a. offset
b. trim
c. array
d. copy
e. move

20. Apabila kita ingin menyambungkan titik A ke titik B, perintah apa yang harus digunakan?

a. Trim
b. Array
c. Extend
d. copy
e. Move

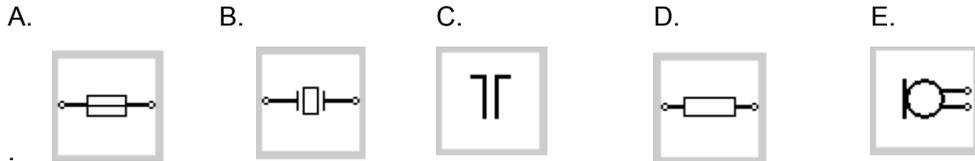
21. Pada Gambar dibawah ini, yang termasuk simbol fuse adalah ...

A.

B.

C.

D.

E.

22. Alat Pengaman motor listrik yang tidak dapat digunakan lagi apabila kawat leburnya putus adalah ....

A. Thermal Overload Relay (TOR)
B.MCB
C.MPCB
D.NFB
E.Sekering

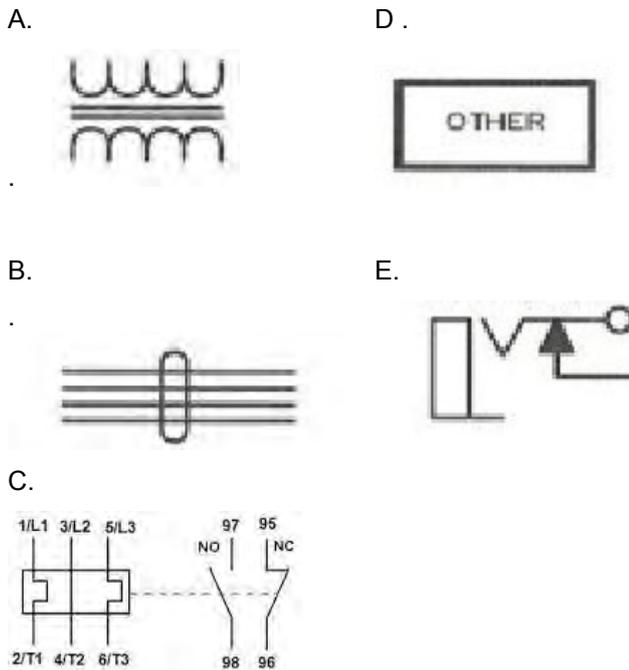
23. Manakah simbol Thermal Overload Relay (TOR) untuk pengawatan 3 Phasa ?

A.

D .

B.

E.

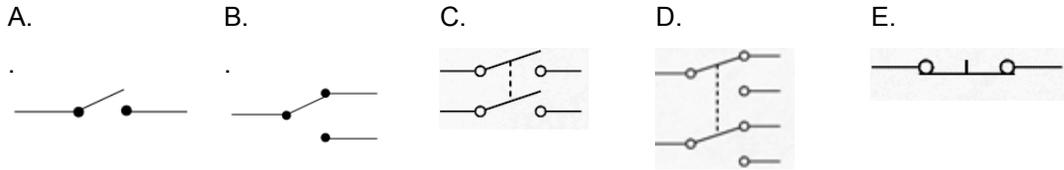
C.

24. Jenis pengaman yang digunakan untuk melindungi rangakaian kontrol motor listrik dari kondisi beban yaitu .....

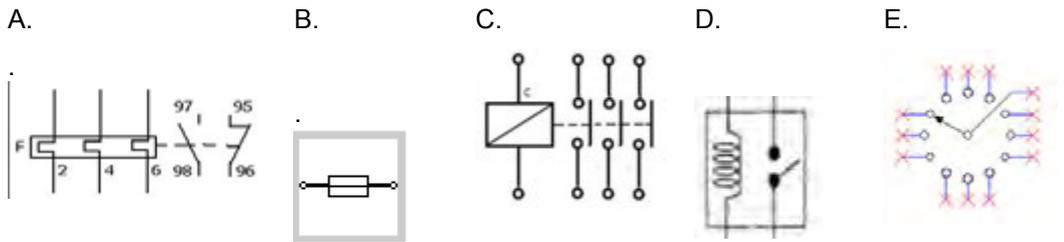
A. Thermal Overload Relay (TOR)
B.MCB
C.MPCB
D.NFB
E.Sekering

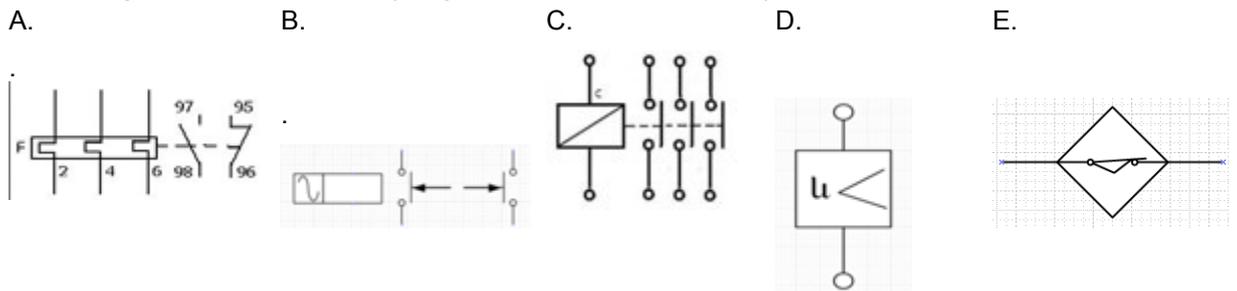
25. Yang termasuk sakelar otomatis adalah ...

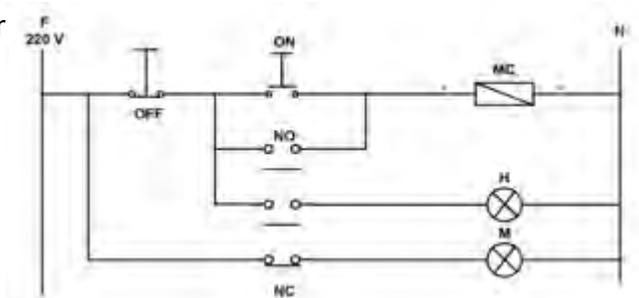
A. Kontaktor
B. Relay
C. Toggle Switch
D. sakelar apung
E. SCR

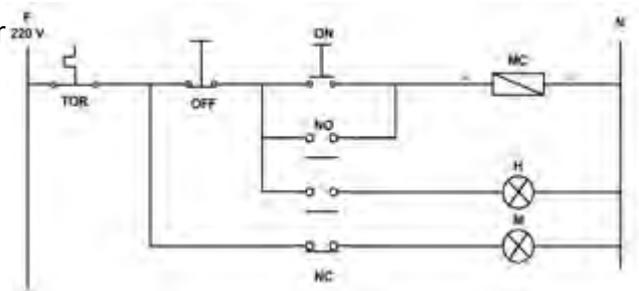
26. Pada gambar di bawah ini yang bukan termasuk simbol toggle switch, yaitu ...

A. B. C. D. E.

27. Manakah simbol kontaktor magnet yang benar ?

A. B. C. D. E.

28. Pada gambar di bawah ini yang merupakan simbol relay arus lebih adalah ...

A. B. C. D. E.

29. Apa nama rangkaian kontrol di samping ini

A. Pengaturan ON – OFF Motor
B. Pengontrolan overload motor
C. Pengaturan kecepatan dua motor
D.Pengaturan kecepatan motor
E.pengontrolan motor dari 2 stasion kontrol

30. Apa nama rangkaian kontrol di samping ini

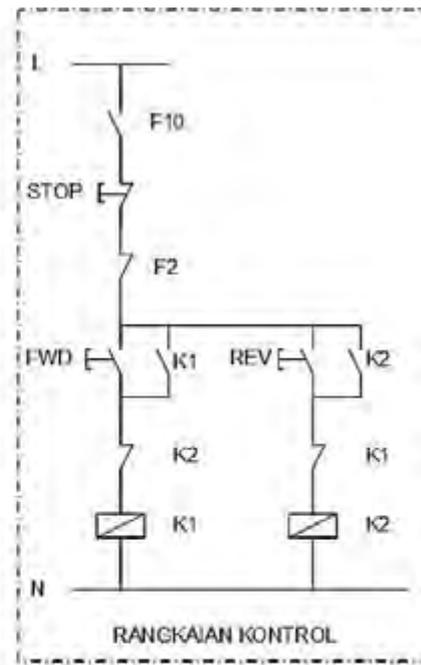
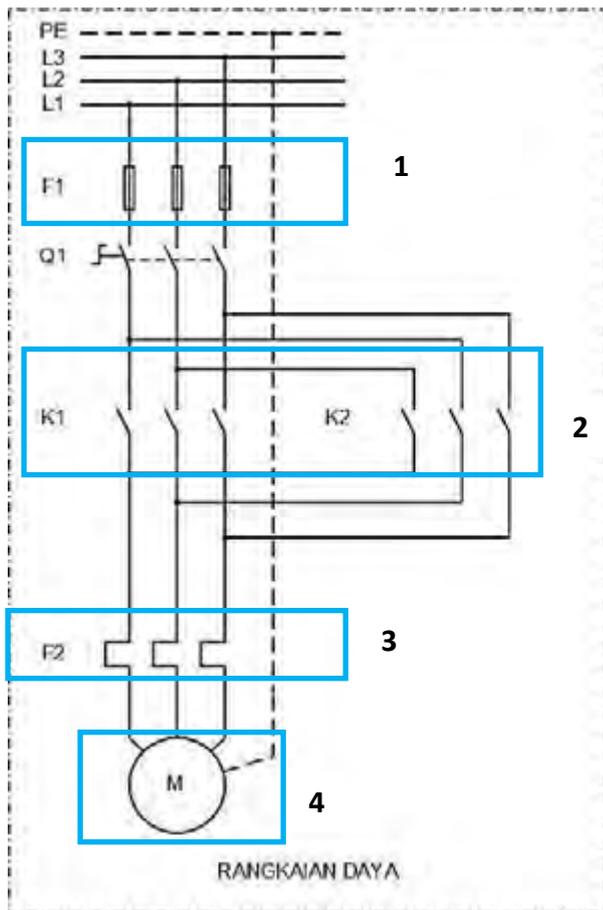
A. Pengaturan ON – OFF Motor
B. Pengontrolan overload motor
C. Pengaturan kecepatan dua motor
D.Pengaturan kecepatan motor

E.pengontrolan motor dari 2 stasion kontrol

31. Fungsi lampu indikator hijau pada rangkaian kontrol no.35 adalah ....
    A. Memberi tanda bahwa motor sedang berputar maju (forward)
    B. Memberi tanda bahwa motor sedang berputar mundur (reverse)
    C. Memberi tanda bahwa motor mengalami kondisi beban lebih
    D. Memberi tanda bahwa motor sedang tidak bekerja
    E. Memberi tanda bahwa motor sedang bekerja

32. Fungsi TOR pada rangkaian no.35 adalah ....
    A. Sebagai pemutus dan penghubung rangkaian ke sumber
    B. Sebagai pengatur arus beban
    C. Sebagai pengatur kecepatan motor
    D. Sebagai pengaman motor dari kondisi beban lebih
    E. Sebagai pengaman motor dari hubung singkat

33. Apa yang akan terjadi apabila tombol ON pada rangkaian no.35 ditekan ?
    A. Lampu hijau padam dan lampu merah menyala, berarti motor tidak bekerja
    B. Lampu hijau menyala dan lampu merah padam, berarti motor tidak bekerja
    C. Lampu hijau padam dan lampu merah padam, berarti motor tidak bekerja
    D. Lampu hijau menyala dan lampu merah menyala, berarti motor tidak bekerja
    E. lampu merah menyala, berarti motor tidak bekerja

34. Apa yang akan terjadi apabila tombol OFF pada rangkaian no.35 ditekan ?
    A. Lampu hijau padam dan lampu merah menyala, berarti motor tidak bekerja
    B. Lampu hijau menyala dan lampu merah padam, berarti motor tidak bekerja
    C. Lampu hijau padam dan lampu merah padam, berarti motor tidak bekerja
    D. Lampu hijau menyala dan lampu merah menyala, berarti motor tidak bekerja
    E. lampu merah menyala, berarti motor tidak bekerja

35. Yang termasuk ke dalam komponen pengaman pada gambar rangakain daya di bawah ini adalah ....

A. 1,2
B. 1,3
C. 1,4
D. 2,3
E. 2,4

C. Psikomotorik skill

LEMBAR KERJA PRAKTEK

Mata pelajaran	: Aircraft Electrical Drawing
Kompetensi dasar	: Electrical Drawing
Kelas/ semester	:
Waktu	:

I. Tujuan :

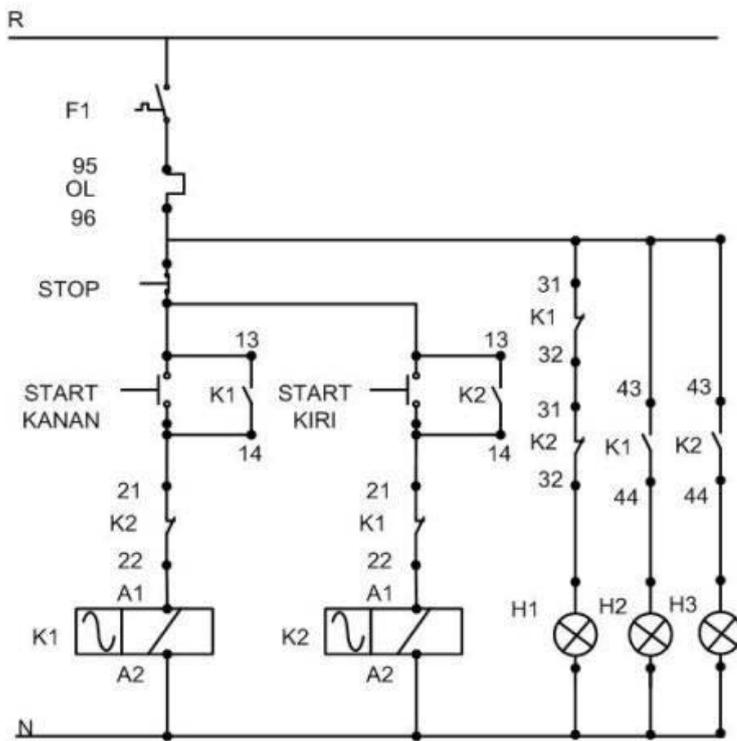
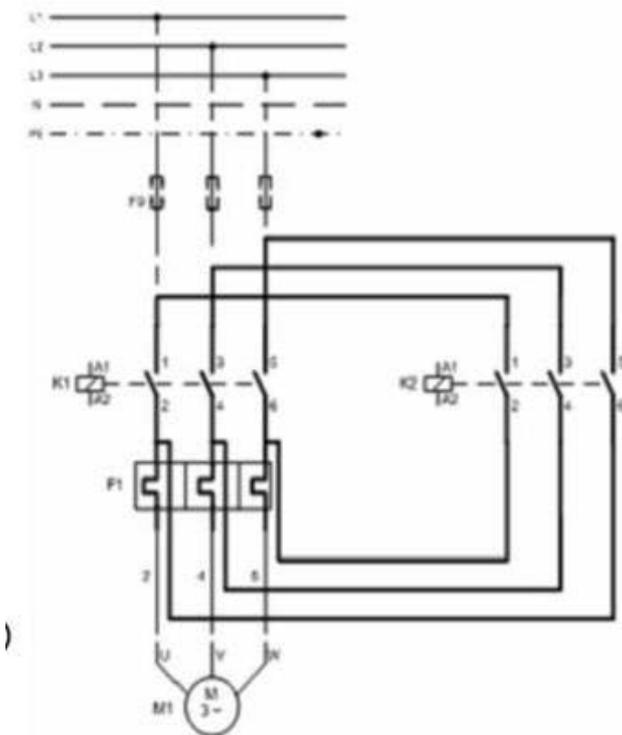
1. Siswa dapat membuat gambar teknik
2. Siswa dapat membaca symbol – symbol listrik dan elektronika
3. Siswa dapat menjelaskan cara kerja rangakaian

II. Alat yang digunakan

1) Pensil …………………………………… 1 buah
2) Penggaris………………………………….. 1 set
3) Jangka…………………………………….. 1 set
4) Penghapus…………………………………1 buah
5) Sablon elips (lengkung), huruf dan angka 1 set
6) Kertas gambar ukuran A3…………………1 lembar

III. Langkah kerja

1) Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan!
2) Rekatkanlah kertas gambar dengan isolasi sudut kertas gambar!
3) Buatlah garis tepi!
4) Buatlah sudut keterangan gambar (stucklyst)!
5) Buatlah gambar chasis alarm tanda bahaya yang dilihat dari atas (tampak atas), seperti gambar berikut dengan ketentuan:
6) Skala gambar disesuaikan ukuran kertas A3
7) Digambar dengan pensil
8) Rencanakan tata letak (lay out) pembuatan gambar
9) Tentukanlah skala pembesaran yang dipilih, sesuaikan dengan ukuran kertas
10) Kumpulkanlah hasil latihan jika sudah selesai
11) Setelah selesai bersihkan alat gambar dan kembalikan ke tempatnya

Gambarlah rangkaian berikut ini !

Gambar Rangkaian Kontrol

Gambar Rangkaian Power (Daya)

LEMBAR PENILAIAN

Nama siswa	:…………………..	
Tingkat / Kelas	:…………………..	
Semester	:…………………..	
Standar Kompetensi	:…………………..	
Kompetensi Dasar	:…………………..	

No	Komponen/Subkomponen Penilaian	Bobot	Pencapaian Kompetensi			
			Tidak (0)	Ya		
				7,0-7,9	8,0-8,9	9,0-10
I	Persiapan Kerja	10				
	▪ emakai pakain praktek					
	▪ emeriksa peralatan Gambar					
II	Proses kerja	40				
	▪ enggunaan Mesin Gambar					
	▪ ebenaran Prinsip Kerja					
	▪ embacaan Simbol					
III	Sikap Kerja	20				
	▪ eselamatan kerja					
	▪ anggung jawab					
IV	Hasil	30				
	▪ erapihan Gambar					
	▪ tiket					
Nilai Praktik						

Bandung,
Guru mata pelajaran

D. Produk benda kerja sesuai criteria standar

BAB IV
PENUTUP

Materi *aircraft electrical drawing* pada bahan ajar ini merupakan materi yang harus dimiliki oleh setiap siswa yang mengambil Program Keahlian Teknologi Pesawat Udara khususnya Paket Keahlian Kelistrikan Pesawat Udara , sehingga apabila lulus nanti akan sangat membantu dalam pelaksanaan tugas sebagai mekanik dan ***drafter*** di bidang penerbangan baik di industry manufaktur maupun perawatan Pesawat Udara.

Setelah menyelesaikan bahan ajar ini, anda berhak untuk mengikuti tes teori dan praktik untuk menguji kompetensi yang telah anda pelajari. Apabila anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evaluasi dalam bahan ajar ini, maka anda berhak untuk melanjutkan ke topik/bahan ajar yang lainya . Dan apabila anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap bahan ajar, maka hasil yang berupa nilai dari guru/ instruktur atau berupa portofolio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi oleh industry . Selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat anda berhak mengikuti uji kompetensi yang diadakan bersama antara sekolah dan industry untuk mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh industry .

DAFTAR PUSTAKA

- _______.(2000). **AutoCad 2000 Help. AutoDesk**, Inc.
- _______.(2002). **Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000**. Badan Standarisasi Nasional.
- Baer, Charles J & Ottaway John R. (1980), **Electrical and Electronics Drawing** Fourth Edition. Mc Graw-Hill Company.
- Brechmann, Gerhard. (1993). **Table for the Electric Trade**. Deutche Gesselchaft fiir Technische Zusammenarbeit (GTZ) Gmbh, Eschborn Federal Republic of Germany.
- Chandra, Handi. (2003). **Dasar-dasar AutoCad 2000**. PT. Elex Media Komputindo.
- Darsono & Agus Ponidjo (t.th). **Petunjuk Praktek Listrik 2**. Depdikbud Dikmenjur.
- Giesecke, Frederick E., dkk. 2000**. Gambar Teknik Jilid 1 (Edisi 11)**. Jakarta: Erlangga.
- Handoko, Priyo. (2000). **Pemasangan Instalasi Listrik Das**ar. Kanisius.
- Harten, P. Van & E. Setiawan (1991). **Instalasi Listrik Arus Kuat 1**. Binacipta.
- Koch, Robert. (1997). **Perencanaan Instalasi Listrik**. Angkasa. Bandung.
- Luzadder, Warren J., Hendarsin H. 1996. **Menggambar Teknik untuk Desain, Pengembangan Produk dan Kontrol Numerik (Edisi 8**). Jakarta: Erlangga.
- Scrhriever, Errol G. (1984). **Electrical Drafting**. Prentince-Hall, Inc.
- Singh, Surjit. (1984). **General Electric Drawing**.PK & Co Technical Publisher, New Delhi.
- Slamet Mulyono & Djihar Pasaribu (1978). **Menggambar Teknik Listrik 2**. Depdikbud.
- Suryatmo, F. (1993). **Teknik Listrik Instalasi Penerangan**. Rineka Cipta. Jakarta.
- Takeshi Sato & N. Sugiarto. (1986).**Menggambar Mesin Menurut Standar ISO**. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Zamtinah. (1990). **Diktat Gambar Te**knik. FPTK IKIP Yogyakarta
- Zamtinah. (1990**). Diktat Gambar Teknik**. FPTK IKIP Yogyakarta
- Rian fitrian pahlevi (2011). **Modul Menginterpretasikan Gambar Teknik** . Yogkarta